



ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK

TENAGA BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA DARI SAMPAH ORGANIK

(Studi Kasus : Rumah Makan Dian & Rasa Pekanbaru-Riau)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Prodi Teknik Elektro



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

GUNAWAN

11355101937

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2020

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS (PLTBG) SKALA RUMAH TANGGA DARI SAMPAH ORGANIK

(studi kasus : rumah makan dian dan rasa kota pekanbaru)

TUGAS AKHIR

Oleh :

GUNAWAN
11355101937

telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 29 Juli 2020

Petua Program Studi

Ismi Ismedah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing

Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc
NIP. 130 514 010

UIN SUSKA RIAU

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PENGESAHAN

© Hakeipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS (PLTBG) SKALA RUMAH TANGGA DARI SAMPAH ORGANIK

(studi kasus : rumah makan dian dan rasa kota pekanbaru)

TUGAS AKHIR

Oleh :

GUNAWAN
11355101937

Telah dipertahankan didepan Sidang Dewan Penguji
Sebagai salahsatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teeknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 29 Juli 2020

Peekanbaru, 29 Juli 2020

Mengesahkan,

Ketua Program Studi

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Mulyono, ST, MT
Sekretaris : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc
Penguji I : Susi Afriani, MT
Penguji II : Novi Gusnita, ST.,MT



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

© Hak Cipta Ditamini UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim I

Hak Cipta Ditamini UIN Suska Riau

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dianggap mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.



UIN SUSKA RIAU



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 14 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,

Gunawan
NIM.11355101937

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



اَلَمْ نَشْرَحْ لَكَ صَدْرَكَ ﴿١﴾ وَوَضَعْنَا عَنكَ وِزْرَكَ ﴿٢﴾
اَنقَضَ ظَهْرَكَ ﴿٣﴾ وَرَفَعْنَا لَكَ ذِكْرَكَ ﴿٤﴾ اِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾
اِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَاِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَلِلّٰهِ رِيكُ فَارْعَبْ ﴿٨﴾

Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Robbmulah hendaknya kamu berharap”.

(Q.S Al-Insyirah ayat: 7-8)

Yaa Allah Yaa Rahman Yaa Rohim

Sudah terlalu lama aku menyianyiakan waktu yang berharga ini dimasa studiku
Jalan panjang dan terjal yang aku alami Engkau tetap menguatkanmu
Hingga tercapai dan selesai tugas akhir ini sebagai syarat kelulusan dari Program Studiku
Bersujud dan bersyukur aku dihadapanMu Yaa Allah.

Alhamdulillahirrabbi'l'amin.

Teruntuk Bapak dan Mamak,

Terimalah kado kecil ini sebagai hadiah dari betapa besar pengorbanan dan perjuangan kalian
berdua membesarkan dan mendidikku tanpa kenal lelah dan tanpa kenal waktu

Maaflan anakmu yang masih selalu menyusahkanmu.

Dalam Do'a disetiap sholatku aku selalu meminta kepada Allah,

Yaa Allah terimakasih engkau telah menempatkanku diantara kedua orangtua yang sangat kuat
dan tangguh. Yaa Allah berikanlah kesehatan, ketabahan dan kesabaran kepada kedua orang tuaku
dalam menafkahi dan mendidikku serta saudara-saudaraku.

Berikanlah balasan yang setimpal dari segala perjuangan

dan kegigihan mereka berdua Yaa Allah

dan tempatkanlah mereka nanti di Syurga Firdaus Mu

serta jauhkanlah mereka dari panasnya siksa api neraka.”

Dengan Rasa Bangga Kupersembahkan kepada Orangtuaku :

Buyung dan Armah

Teruntuk saudara-saudaraku,

ini adalah kalimat ini sebagai penyemangat hari – harimu ketika datang rasa malasmu,

“MALAS TERLINDAS,TIDUR TERKUBUR!!!”



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA
DARI SAMPAH ORGANIK
(Studi Kasus : Rumah Makan Dian & Rasa Pekanbaru-Riau)**

**GUNAWAN
NIM : 11355101937**

Tanggal Sidang : 29 juli 2020

Prodi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang dapat menanggulangi permasalahan kebutuhan energi yang terus meningkat. Salah satu bahan biogas yang dapat dimanfaatkan adalah dari sampah organik berasal dari beberapa sumber salah satunya berasal dari sektor industri menengah yaitu Rumah Makan Dian dan Rasa yang belum melakukan pengolahan sampah organiknya dengan baik serta memiliki tagihan listrik sebesar Rp. 2.462.500. Setiap hari Rumah Makan Dian dan Rasa pekanbaru memiliki jumlah Sampah 165 Kg limbah sampah organik. Tingginya kandungan biogas dari sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Oleh karena itu, pemanfaatan sampah organik dengan metode anaerob digestion sebagai bahan bakar pembangkit listrik perlu dieksplorasi. Dari potensi sampah organik yang di hasilkan di Rumah Makan tersebut dapat dihasilkan listrik sebesar 85 kWh yang dapat di aplikasikan untuk pembangkit listrik rumah makan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa teknis dan ekonomi dari Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) skala rumah tangga dari sampah organik untuk energi listrik pada rumah Makan Dian dan Rasa Kota Pekanbaru. Pada penelitian ini jenis digester yang digunakan adalah digester *Chinese Fixed Dome* dengan ukuran 24 m³. Penelitian ini dapat menghasilkan 28.475 kWh/tahun listrik dan 22.116 Kg/tahun pupuk organik. Selanjutnya analisis ekonomi dilakukan menggunakan metode *Life Cycle Cost (LCC)* yang menghasilkan *Net Present Value (NPV)*: Rp. 193.208.300,-, dan waktu pengembalian modal: 2,7 tahun. PLTBG skala rumah tangga ini menghasilkan biaya produksi listrik sebesar 351,19 /kWh. Dari hasil analisa teknis dan ekonomi yang telah dilakukan maka mampu mengurangi biaya listrik serta mengurangi penumpukkan sampah di kota Pekanbaru.

Kata Kunci : Biogas, *Chinese Fixed Dome*, *anaerobic digestion*, Sampah Organik. energi listrik



TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF ELECTRICITY GENERATOR HOUSE HOLD BIOGAS POWER PLANT FROM ORGANIC WASTE

(Case Study: Dian & Rasa Restaurants in Pekanbaru-Riau)

Date of Assembly: July -29- 2020

Electrical Engineering Study Program
Faculty of Science and Technology
Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

Biogas is an alternative energy that can overcome the problem of increasing energy needs. One of the biogas materials that can be utilized is from organic waste originating from several sources, one of which is from the medium industrial sector, namely Dian and Rasa Restaurants, which have not done their organic waste well and have an electricity bill of Rp. 2,462,500. Every day the Dian and Rasa Pekanbaru restaurant has a total of 165 kg of organic waste. The high biogas content from organic waste can be used as fuel for power plants. Therefore, the use of organic waste using the anaerobic digestion method as a fuel for power plants needs to be explored. From the potential of organic waste generated at the Restaurant, 85 kWh / of electricity can be generated which can be applied to the powerhouse of the restaurant. The purpose of this research is to analyze the technical and economic aspects of household scale Biogas Power Plant (PLTBG) from organic waste for electrical energy in Dian and Rasa Restaurants in Pekanbaru City. In this study the type of digester used was the Chinese Fixed Dome digester with a size of 24 m³. This research can produce 28,475 kWh / year of electricity and 22,116 Kg / year of organic fertilizer. Furthermore, economic analysis is carried out using the Life Cycle Cost (LCC) method which generates a Net Present Value (NPV): Rp. 193,208,300, and payback period: 2.7 years. This household-scale PLTBG generates electricity production costs of 351.19 / kWh. From the results of technical and economic analysis that has been done, it is able to reduce electricity costs and reduce the accumulation of garbage in the city of Pekanbaru.

Keywords: Biogas, Chinese Fixed Dome, anaerobic digestion, Organic Waste. electrical energy

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan sumber dan penjabaran sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Di larang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



KATA PENGANTAR

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Assalamu 'Alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakan dan akhirnya menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul ***"Analisis Teknis dan Ekonomi Pembangkit Listrik tenaga Biogas (PLTBG) Skala Rumah Tangga Dari Sampah Organik (Studi Kasus : Rumah Makan Dian dan Rasa kota Pekanbaru)"*** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Shalawat beserta salam penulis hailahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu'Alaihi Wassalam yang merupakan suri tauladan bagi kita semua, semoga kita semua termasuk dalam umatnya yang kelak mendapat syafa'at dari beliau di akhirat kelak.

Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada pihak-pihak yang terkait berikut:

Bapak Wartono dan Ibuk Dumaris, selaku orang tua penulis yang telah mendo'akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat tawakkal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Bapak Prof. Dr. KH. Ahmad Mujahidin, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak Dr. Drs. H. Mas'ud Zein, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Kasim Riau.



Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak Mulyono, ST, MT, selaku Sekretaris Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak Ahmad Faizal, ST,MT, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc.,M.Sc, selaku dosen pembimbing yang luar biasa serta selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Ibu Susi Afriani, ST.,MT selaku Dosen Penguji I dan Ibu Novi Gusnita, ST.,MT, selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Aulia Ullah, ST.,M.Eng selaku dosen Penasehat Akademik dan Pembimbing Akademik yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Energi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pimpinan,staff dan karyawan Program Studi Teknik Elektro serta Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Saudaraku yang Tercinta (Ayu Komang ST, Afriodah S.Pd dan Suami Emon Sudarwanto, Ando dan Bunga) yang selalu memberikan dukungan semangat dan motivasi selama penulis kuliah di Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Sahabat – sahabat terbaik senasib dan seperjuangan (Hetri Voli, Muhammad Fikri ST, Uwais Alqorni S.Pd, wewen, Yandri Syahru Ramayahaya ST,) selalu bersama – sama memberikan dukungan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga selesai, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuannya semoga ilmu yang diberikan kepada penulis dapat bermanfaat.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



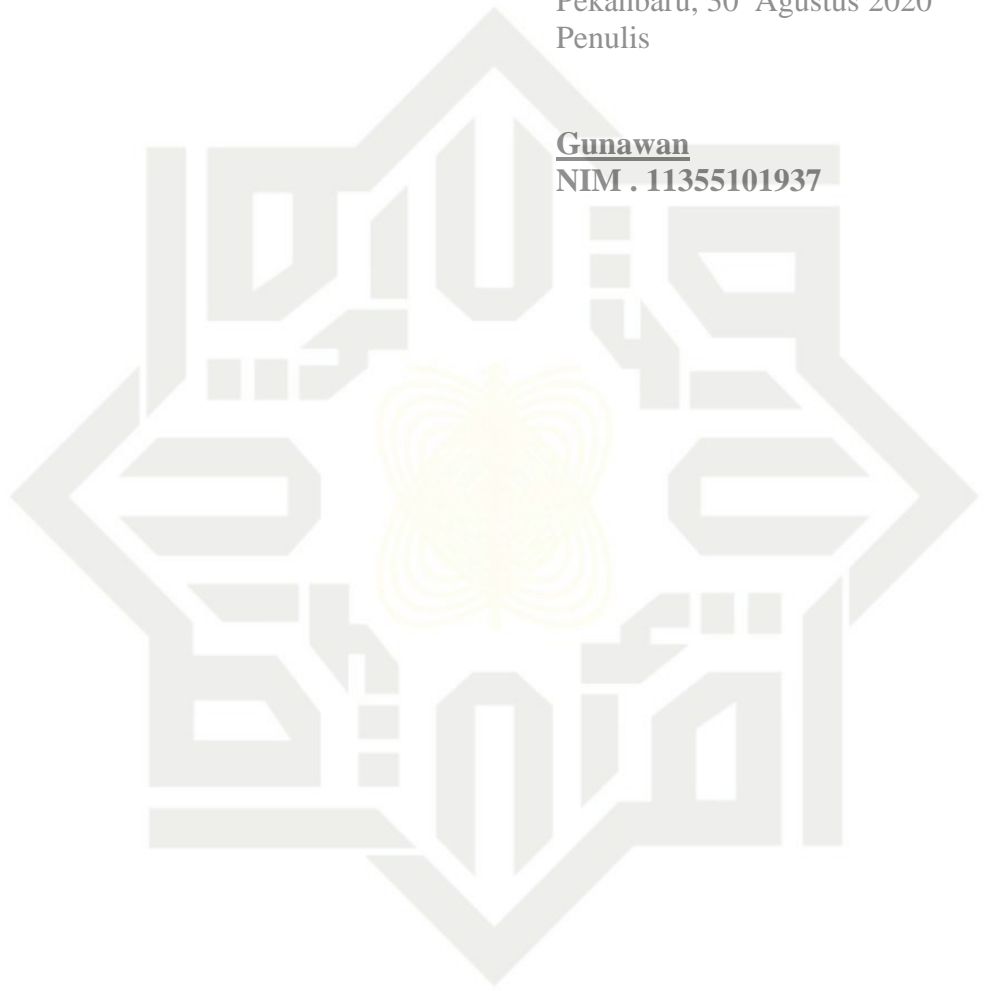
Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang dapat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis sendiri khususnya, serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang. Aamiin.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pekanbaru, 30 Agustus 2020
Penulis

Gunawan
NIM . 11355101937



UIN SUSKA RIAU

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim I

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR RUMUS	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4 Batasan Masalah	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6 Sistematika Peulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 PenelitianTerkait.....	II-1
2.2 Teori	II-5
2.2.1 Biogas	II-5
2.2.2 Perkembangan Biogas di Indonesia.....	II-6
2.2.3 Proses Penguraian Limbah Organik Menjadi Biogas	II-7
2.2.3.1 Hidrolisis	II-8
2.2.3.2 Asidogenesis	II-8



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.2.3.3	<i>Metanogenesis</i>	II-9
2.2.4	Parameter-Parameter Proses PenguraianLimbahOrganik Menjadi Biogas	II-9
2.2.4.1	Suhu	II-9
2.2.4.2	Nutrisi Dan PenghambatBagiBakteriAnaerob ...	II-10
2.2.4.3	Lama Proses Penguraian.....	II-11
2.2.4.4	Derajat Keasaman (pH)	II-11
2.2.4.5	Rasio C/N	II-11
2.2.4.6	TS Dan VS	II-12
2.2.4.7	Pengadukan Bahan Organik	II-12
2.2.4.8	PengaturanTekanan	II-12
2.2.4.9	Penjernihan Biogas	II-13
2.2.5	Persamaan-Persamaan Proses Penguraian Biogas	II-13
2.2.5.1	Konversi Biogas Dan Pemanfaatannya	II-13
2.2.6	Komponen Utama PLTBG	II-15
2.2.6.1	Sumber Pasokan Limbah Organik (<i>Feedstock</i>)..	II-15
2.2.6.2	Digester	II-16
2.2.6.3	Teknik Pemurnian Biogas	II-16
2.2.6.4	<i>Generator Set</i>	II-17
2.2.7	Digester Biogas	II-17
2.2.7.1	Jenis-Jenis Digester Biogas	II-18
2.2.7.2	Komponen Utama Digester	II-24
2.2.7.3	Komponen Pendukung Digester	II-25
2.2.7.4	Ukuran Digester	II-26
2.2.8	Analisa Ekonomi	II-29
2.2.8.1	Perhitungan Komponen Biaya Produksi PLTBG	II-29
2.2.8.2	Perhitungan Komponen pendapatan.....	II-31
2.2.9	Analisa <i>Financial</i>	II-32
2.2.9.1	<i>Cash Flow (CF)</i>	II-33
2.2.9.2	<i>Net Present value (NPV)</i>	II-34
2.2.9.3	<i>Pay Back Period (PBP)</i>	II-35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	III-1
-----	-----------------------	-------



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.2	Prosedur Penelitian.....	III-1
3.3	Studi Literatur	III-3
3.3.1	Identifikasi Masalah	III-3
3.3.2	Rumusan Masalah	III-3
3.3.3	Manfaat Dan Tujuan.....	III-3
3.4	Pemilihan Bahan Baku	III-3
3.5	Pemilihan Lokasi.....	III-4
3.6	Pengumpulan Data	III-4
3.7	Waktu Residen Time Dalam Digester.....	III-5
3.8	Analisa Potensi Biogas Dan Energi Listrik Yang Dihasilkan.....	III-6
3.9	Analisa Aspek Teknis dan Ekonomi	III-7
3.9.1	Aspek Teknis.....	III-7
3.9.2	Aspek Ekonomi	III-12
3.10	Kesimpulan dan Saran.....	III-15
BAB IV HASIL DAN ANALISA		
4.1	Profil Rumah Makan Dian dan Rasa.....	IV-1
4.2	Potensi Bahan Baku Sampah Organik Dan Konsumsi Energi Listrik Pada Rumah makan Dian dan Rasa Pekanbaru.....	IV-1
4.3	Analisa Aspek Teknis	IV-4
4.3.1	Perhitungan Potensi Biogas dari Sampah Organik.....	IV-4
4.3.2	Analisis PLTBG di rumah makan Dian dan Rasa.....	IV-5
4.3.2.1	Menentukan Jenis Digester	IV-5
4.3.2.2	Ukuran Digester	IV-9
4.3.2.3	Menghitung Volume Bagian-Bagian digester ..	IV-11
4.3.2.4	Perhitungan Dimensi Geometrikal Digester	IV-13
4.3.2.5	Penentuan Lokasi Digester	IV-14
4.3.2.6	Analisa Perhitungan Kapasitas Pembangkit.....	IV-15
4.3.2.7	Analisa Perhitungan Produksi Biogas dan Energi Listrik dengan Memperhitungkan Jumlah Hari Operasi	IV-16
4.3.2.8	Pemilihan Teknologi Generator Set 5000 Watt ..	IV-16
4.3.3	Analisis Teknis PLTBG On Grid Skala Rumah Tangga.	IV-18
4.4	Analisis Aspek Ekonomi	IV-19



1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.4.1 Perhitungan Komponen Biaya Produksi PLTBG	IV-19
4.4.1.1 Biaya Investasi dan O&M Produksi Biogas	IV-19
4.4.1.2 Biaya Investasi dan O&M Produksi Listrik	IV-22
4.4.2 Perhitungan Komponen Pendapatan	IV-23
4.4.2.1 Penghematan dari Tidak Menggunakan Listrik PLN	IV-23
4.4.2.2 Pendapatan Penjualan <i>Sludge</i>	IV-23
4.4.3 Analisis <i>Financial</i>	IV-24
4.4.3.1 <i>Clash Flow</i> (CF)	IV-24
4.4.3.2 Analisa <i>Net Present Value</i> (NPV)	IV-29
4.4.3.3 Analisa <i>Payback Period</i> (PBP)	IV-31
4.4.3.4 Hasil Perhitungan Ekonomi	IV-32

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Gambar

Hak Cipta Ditamini UIN SUSKA RIAU

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Diagram Tahapan Proses Fermentasi Anaerob Limbah Organik	II-8
Diagram Alur Penentuan Kapasitas Digester Biogas Skala Rumah Tangga	II-14
Digester Tubular	II-18
Digester Tipe Chinese <i>Fixed Dome</i>	II-20
Digester Tipe Indian <i>Floating Dome</i>	II-21
Complete-Mix Digester	II-23
Penampang Digester Biogas Silinder	II-27
Dimensi Geometrikal Tanki Digestifikasi	II-28
Flowcart Tahapan Penelitian	III-2
Diagram pemilihan dan perhitungan model digester	III-7
Rumah makan Dian dan Rasa	IV-1
Potensi Sampah di Rumah Makan Dian dan Rasa	IV-3
Data Konsumsi Energi Listrik Rumah Makan Dian dan Rasa Menurut Waktu Penggunaannya	IV-4
Volume Bagian-Bagian Digester	IV-12
Dimensi Rancangan Digester	IV-14
Generator Set 5000 Watt	IV-17
Alur Teknis PLTBG on grid skala rumah tangga di rumah makan Dian dan Rasa	IV-18

DAFTAR TABEL

© Hak cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber: 1. Diarahkan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Diarahkan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	Halaman
1.1 Komposisi Kandungan Biogas	II-5
1.2 Kandungan Mineral-Mineral yang Diijinkan	II-10
1.3 Rasio C/N Beberapa Bahan Organik	II-12
1.4 Konversi Gas Metana Menjadi Energi Listrik	II-14
1.5 Kelebihan dan Kekurangan dari Digester Tubular	II-19
1.6 Kelebihan dan Kekurangan dari Digester <i>Chinese Fixed Dome</i>	II-20
1.7 Kelebihan dan Kekurangan dari Digester <i>Indian Floating Drum</i>	II-22
1.8 Kelebihan dan Kekurangan dari Digester <i>Mix-Complete</i>	II-23
1.9 Dimensi Geometrika Ukuran Tangki Digester Silinder	II-28
2.1 Kebutuhan Pemeliharaan Dari Beberapa Jenis Digester	IV-6
2.2 Umur Hidup dari Jenis Digester	IV-7
2.3 Struktur Fisik dari Digester	IV-7
2.4 Hasil Peringkat Kinerja Digester	IV-8
2.5 Volume Bagian-Bagian Digester	IV-12
2.6 Dimensi Ukuran Rancangan Digester	IV-13
2.7 Spesifikasi <i>Generator Set</i> Biogas 2.500 Watt	IV-17
2.8 Biaya Produksi Biogas Pertama	IV-21
2.9 Biaya Produksi Energi Listrik Pada PLTBG	IV-22
2.10 Biaya Investasi Awal	IV-23
2.11 Potensi Pendapatan Pertama	IV-24
2.12 Total <i>Cash Flow Benefit</i>	IV-26
2.13 Total <i>Cash Flow Cost</i>	IV-28
2.14 Hasil Perhitungan Nilai <i>Net Present Value</i> (NPV)	IV-30
2.15 Hasil Analisa <i>Financial</i> PLTBG Skala Rumah Tangga	IV-32
2.16 Hasil Perhitungan Ekonomi	IV-32



DAFTAR RUMUS

Rumus

Halaman

Total Solid (TS)	II-14
Volatile Solid (VS).....	II-14
Perhitungan Produksi Biogas	II-15
Perhitungan Jumlah Volume Gas Metana	II-15
Perhitungan Potensi Energi Listrik	II-15
Jumlah Bahan Baku (Q)	II-26
Total Volume Digester	II-27
Volume Kerja Digester	II-27
Biaya investasi biogas storage system	II-30
Biaya investasi penggunaan lahan	II-30
Biaya Penyusutan Modal	II-31
Penjualan <i>Sludge</i>	II-32
Total <i>Cash Flow Benefit</i>	II-34
Total <i>Cash Flow Cost</i>	II-34
<i>Net Present Value</i> (NPV).....	II-35
<i>Pay back Period</i> (PBP)	II-35



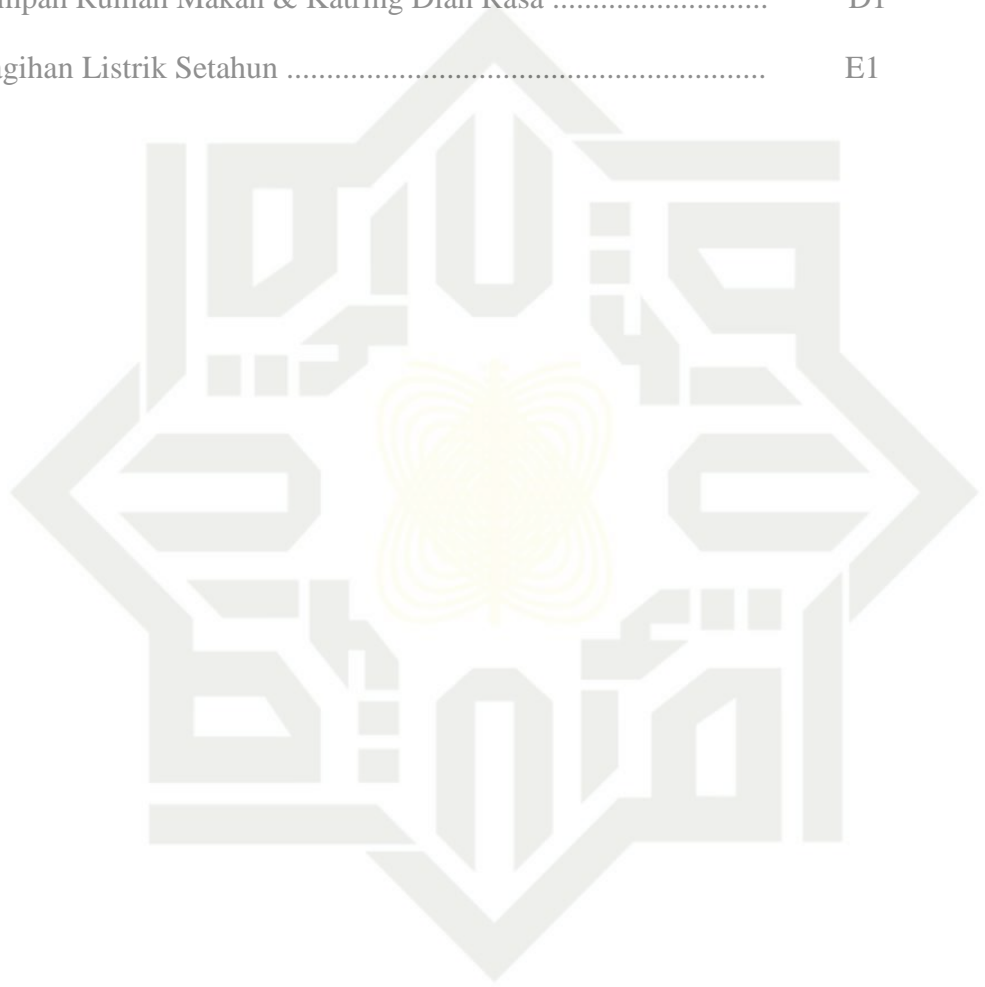
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

Lampiran A Data Konsumsi Energi Listrik Di Rumah makan	A1
Lampiran B Analisa <i>Financial</i>	B1
Lampiran C Dokumentasi.....	C1
Lampiran D Data Sampah Rumah Makan & Katring Dian Rasa	D1
Lampiran E Data Tagihan Listrik Setahun	E1

Hak Cipta Ditangguhkan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Semua kegiatan yang dilakukan oleh makhluk hidup dalam kehidupan sehari-hari pasti memerlukan energi, baik besar maupun kecil sehingga energi dianggap sebagai salah satu dari faktor penting untuk menunjang kehidupan di alam semesta. Secara umum, energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu usaha atau tenaga yang terdapat pada suatu benda, baik benda hidup maupun benda mati [1]. Berdasarkan ketersediannya, energi terbagi menjadi dua macam, yaitu terbarukan dan energi tak terbarukan. Energi tak terbarukan adalah sumber energi yang tidak tersedia terus-menerus, tidak berkesinambungan, dan pada saatnya akan habis. Sedangkan energi terbarukan adalah energi yang tersedia terus-menerus dan dapat diperbaharui. Energi terbarukan dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alami tidak akan habis bahkan berkelanjutan jika dikelola dengan baik [2].

Selama kurun waktu 2016-2050 dengan asumsi pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 6,04% per tahun dan pertumbuhan penduduk sebesar 0,71% per tahun akan meningkatkan kebutuhan energi final dari 795 juta Setara Barel Minyak (SBM) pada tahun 2016 menjadi 4.569 juta SBM pada tahun 2050, atau meningkat rata-rata sebesar 5,3% per tahun. Dari sisi pengguna, sektor industri diperkirakan tetap dominan untuk jangka panjang diikuti oleh sektor transportasi dan rumah tangga. Dari sisi jenis energi, pangsa kebutuhan energi terbesar adalah bahan bakar minyak (BBM), diikuti oleh listrik, gas dan batubara. BBM akan terus menjadi primadona energi final karena penggunaan teknologi saat ini yang masih berbasis BBM, terutama di sektor transportasi. Dengan kondisi yang masih bergantung terhadap energi fosil, sudah seharusnya dilakukan inovasi-inovasi baru yang bertujuan untuk menemukan sumber energi baru yang terbarukan demi memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat tiap tahunnya [3].

Jenis sumber energi terbarukan di Indonesia yang layak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi di Indonesia adalah biofuel, panas bumi, air dan juga biogas/biomassa. Berdasarkan potensi energi terbarukan yang ada di Indonesia, salah satu inovasi pengembangan energi alternatif dan berkelanjutan adalah biogas/biomassa, di mana biogas merupakan sumber energi terbarukan dan penting sebagai



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

substitusi unggul dan mampu menyumbangkan andil untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar rumah tangga. Dan karena biomassa dapat diperoleh dari limbah sehingga relatif mudah didapat, biaya operasional sangat rendah, tidak mengenal *problem* limbah, proses produksi tidak menyebabkan kenaikan temperatur bumi, dan tidak terpengaruh kenaikan harga bahan bakar [4].

Energi biogas/biomassa adalah salah satu sumber energi terbarukan yang dapat diperoleh dari air buangan rumah tangga, kotoran cair dari peternakan hewan, sampah organik dari pasar, industri makanan dan limbah buangan lainnya. Produksi biogas dengan sistem terbarukan sangat ramah lingkungan. Kelebihan sistem produksi biogas dapat mengurangi pengaruh gas rumah kaca, mengurangi polusi bau yang tidak sedap, sebagai pupuk, dan produksi daya dan panas.

Pekanaru merupakan kota penghasil sampah yang pengolahan sampahnya belum baik. masih menerapkan pengolahan sampah dengan sistem kumpul, angkut, buang yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) dilakukan oleh pemerintah setempat. Kalau sistem seperti ini dilakukan secara terus menerus maka seberapa besar TPA akan penuh juga terutama sampah plastik yang sulit terurai [5].

Sampah yang terdapat pada TPA tersebut berasal dari beberapa sektor yaitu sektor rumah tangga, industri dan komersil. Pada sektor industri terbagi menjadi 3 yaitu industri berskala kecil, menengah dan skala besar. Untuk industri skala menengah, salah satu nya adalah industri rumah makan.

Rumah Makan Dian dan Rasa adalah salah satu bentuk industri menengah yang beroperasi di jasa pangan yang mana pengolahan sampahnya juga belum baik, hal ini ditunjukkan dengan adanya penumpukan sampah yang menyebabkan kerusakan lingkungan. selain beroperasi di tempat, Rumah Makan Dian dan Rasa juga bergerak dibidang katering yang mana ini juga membuat jumlah sampah semakin bertambah.

Rumah makan dian dan rasa memiliki biaya tagihan listrik rata-rata sebesar Rp 2.462.500. Selain itu, untuk studi beban yang telah dihitung dengan daya yang dipasang sebesar 4400 watt, yang mana untuk beban listrik skala Rumah Tangga yaitu 1.300 watt hingga mencapai 6.600 watt [6]. Dari tagihan listrik diatas memiliki kesadaran perlunya melakukan penghematan dalam pemakaian energi listriknya.

Berdasarkan permasalahan diatas maka solusi yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan potensi sampah organik pada Rumah Makan Dian dan Rasa



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menjadi Biogas pada pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG). Sampah organik yang dimanfaatkan pada PLTBG ini adalah sampah yang berasal dari sisa pengolahan makanan katering yang berlangsung setiap harinya. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dilapangan secara penimbangan manual di dapatkan jumlah sampah organik sebanyak 165 Kg. Jika ditambahkan dengan jumlah sampah katering jumlah sampah organiknya menjadi 205 Kg. Setelah itu dilakukan perhitungan 165 Kg sampah dikonversikan menjadi energi listrik yaitu 85 kwh dengan adanya tambahan nilai dari adanya katering menjadi 105 kwh.

Selanjutnya dilakukan perhitungan beban, dari hasil perhitungan beban didapatkan total beban keseluruhan adalah sebesar 53.958 watt/daya atau 53, 958 kwh. Dari perhitungan potensi sampah menjadi energi listrik dan perhitungan beban pada Rumah Makan Dian dan Rasa diatas dapat disimpulkan bahwa energi listrik yang dihasilkan dari potensi sampah organik tersebut dapat mengcover beban pada Rumah Makan tersebut (85 kwh dan beban 53,958 kwh).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti memandang perlu untuk dilakukannya penelitian demi mencapai tujuan untuk mandiri dalam penggunaan dan penghematan energi listrik, dan untuk mengatasi serta mengurangi permasalahan sampah yang ada sehingga dilakukan analisis Teknis dan ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) yang akan di On Grid system dengan penyulang Utama. Maka diangkatlah penelitian mengenai ***“analisis teknis dan ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) Skala Rumah Tangga dari Sampah Organik (Studi Kasus : Rumah Makan Dian & Rasa Pekanbaru)”***.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas serta Sehubungan dengan tingginya serta meningkatnya kebutuhan listrik dan tingginya permasalahan sampah di kota Pekanbaru, maka perumusan masalah yang akan di bahas pada permasalahan ini adalah bagaimana menganalisis secara teknis dan ekonomi produksi biogas dengan memanfaatkan sampah organik untuk dijadikan energi listrik di rumah makan Dian dan rasa. agar dapat mengurangi biaya energi listrik serta dapat menyelesaikan permasalahan sampah yang ada

1.3. Tujuan Penelitian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menganalisis potensi energi yang terkandung dari sampah yang ada di rumah makan dian dan rasa.
2. Menganalisis aspek teknis pembangkit listrik tenaga biogas di rumah makan dian dan rasa
3. Menganalisis aspek ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas di rumah makan dian dan rasa

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membahas tentang:

1. Penelitian ini difokuskan hanya untuk membahas pemanfaatan biogas dari sampah organik rumah makan yang terdapat pada rumah makan Dian & Rasa kota Pekanbaru.
2. Data sampah yang digunakan pada penelitian ini di tahun 2018
3. Data sampah yang di dapat di ambil dengan cara manual menimbang secara langsung
4. Sistem PLTBG yang digunakan bersifat On Grid (terhubung dengan PLN)
5. Perhitungan Teknis dan Ekonomi di lakukan dengan perhitungan Manual

1.4. Manfaat Penelitian

Secara praktis, penelitian ini memiliki beberapa manfaat antara lain:

1. Untuk menambah wawasan dan memahami tentang pemanfaatan biogas Skala Rumah Tangga.
2. Untuk menerapkan ilmu secara teoritis dengan melakukan analisa pembuatan PLTBG skala Rumah Tangga.
3. Sebagai acuan pembuatan dan pengembangan PLTBG rumah tangga pada Rumah makan Dian Rasa kota Pekanbaru maupun daerah lain sekitar provinsi Riau.
4. Mampu mengatasi permasalahan tingginya tingkat kebutuhan listrik di kota Pekanbaru.
5. Mampu mengurangi permasalahan sampah yang ada di kota Pekanbaru.



Hak Cipta Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara umum dan singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang penelitian sebelumnya dan dasar teori yang mendukung penelitian pemanfaatan biogas dari sampah organik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah kerja yang dilakukan oleh peneliti dari studi literatur, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, pengumpulan data, pengolahan data, penentuan lokasi, penentuan bahan baku, dan analisis data.

BAB IV JADWAL PENELITIAN

Bab ini berisi tentang waktu pelaksanaan penelitian beserta jadwal kegiatan yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian.

BAB V BIAYA PENELITIAN

Bab ini berisi tentang uraian biaya-biaya yang digunakan selama penelitian berlangsung.



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terkait

Penelitian tugas akhir ini dilakukan berdasarkan studi literatur yang merupakan pencarian teori serta referensi yang relevan dengan kasus dan permasalahan yang akan diselesaikan, teori dan referensi didapat dari jurnal, paper, buku dan sumber lainnya yang berhubungan dengan pembuatan, pemanfaatan, analisa kelayakan serta perencanaan produksi biogas dan yang mendukung dalam penelitian tersebut.

Penelitian ini adalah Studi Analisis Daya Pembangkit Listrik Biogas Dari Kotoran Sapi dan Manusia Di Pondok Pesantren Baiturrahman Jawa Barat. Dalam penelitian ini, proses studi analisis daya yang dilakukan adalah dengan memasang *flow meter* untuk melihat konsumsi biogas sebagai bahan bakar ketika tanpa beban dan ketika berbeban menggunakan *dummy load*, melihat tegangan keluaran dengan osiloskop, serta melakukan analisis perhitungan daya dari kotoran organik sebagai bahan baku pembangkit biogas dikapasitas 1 kW. Hasil studi didapatkan daya keluaran yang dihasilkan pada beban 0,5kW adalah 399,9 watt dengan menggunakan genset biogas berkapasitas 1 kW. Banyak kotoran organik total dari manusia dan sapi 1,3 m³/hari dengan kadar metana sebesar 52,5% dapat menghasilkan daya input 5.251,4 watt [7].

Penelitian ini membahas Kajian Pemakaian Sampah Organik Rumah Tangga Untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas. Dilakukan 2 variasi, variasi pertama yaitu perbandingan komposisi antara sampah sisa makanan dan kotoran sapi 70:30, 50:50, 30:70. Variasi kedua yaitu penambahan EM 4 sebesar 0,1% pada reaktor yang menghasilkan gas paling optimum pada variasi 1. Penelitian dilakukan secara batch untuk mengetahui kondisi optimum dari perbandingan komposisi sampah rumah tangga dengan kotoran sapi. Dalam penelitian ini menggunakan 8 reaktor dengan 2 reaktor sebagai kontrol. Reaktor terbuat dari jerigen plastik bervolume 7 L yang dilengkapi selang untuk mengalirkan gas dari reaktor dan juga ruangan dengan sekat untuk menampung gas hasil proses fermentasi. Gelas ukur diisi penuh dengan air untuk mengetahui berapa volume gas yang dihasilkan. Parameter dalam penelitian ini adalah



COD, pH, temperatur, TS, dan VS. Paramater diukur di awal dan akhir penelitian. Volume diukur selama penelitian. Penelitian dilakukan selama 21 hari. Dari hasil penelitian, diantara ketiga perbandingan komposisi yang menghasilkan volume biogas paling optimal adalah pada Reaktor A3 yaitu perbandingan komposisi sampah makanan dan kotoran sapi 30 : 70 dengan rata-rata 1074,28 L/hari. Setelah didapatkan volume gas yang optimal, dilakukan variasi kedua yaitu penambahan EM 4 sebanyak 7 ml. Namun pada variasi kedua yaitu penambahan EM 4 pada Reaktor A3 yaitu sebanyak 7 ml kurang berpotensi dalam menghasilkan biogas. Hal ini disebabkan cairan EM4 mengandung berbagai bakteri yang dapat menguraikan selulosa menjadi senyawa sederhana dan kemudian difermentasi menjadi asam, sehingga gas tidak bisa diproduksi lagi [8].

Penelitian ini adalah penelitian tentang Pemanfaatan Biogas dari Limbah Kotoran Ternak Sebagai Sumber Energi Listrik, Studi kasus di Desa Sutenjaya, Lembang, Jawa Barat. Dalam penelitian ini dipaparkan bahwa Pertumbuhan industri susu olahan di Indonesia diharapkan akan mampu menjadi daya tarik bagi peternak lokal. Dari hasil pengukuran kandungan CH_4 berkisar antara (56,67 – 62,8%), sedang kandungan CO_2 berkisar antara (36,36 – 42,64%). Nilai tersebut berada diantara kandungan metan dan karbon dioksida pada batas secara teori. Volume biogas yang dihasilkan selama 24 jam berkisar antara (4,218 - 6,198) M^3 , atau rata-rata gas yang dihasilkan sebanyak : 5,096 M^3 perhari. Listrik yang dihasilkan = 3,822 kWh. Genset dengan daya 500 Watt maka listrik bisa menyala selama 7 jam. Dari hasil analisis laboratorium terhadap padatan sludge dapat diketahui bahwa C/N ratio tergolong masih tinggi yaitu 42,6, padahal C/N ratio yang diizinkan berkisar antara 15 – 25. Hal ini disebabkan karena C organiknya sangat tinggi akibat proses kompos yang masih terlalu singkat, unsur N sangat rendah karena nitrogen masih dalam rantai yang kompleks sehingga diperlukan pemberian bakteri penambat N, diantaranya adalah: bakteri *Azotobacter*, *Azotomonas*, *Pseudomonas* [9].

Penelitian ini membahas tentang Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi di Kawasan Usaha Peternakan Sapi [10]. Penelitian ini memaparkan hasil penelitian melalui proses *digestifikasi anaerobic*, kotoran ternak sapi di peternakan kawasan usaha peternakan sapi dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku produksi biogas, selanjutnya biogas tersebut dapat dimanfaatkan menjadi energi primer untuk pembangkit listrik tenaga biogas. Dengan rata-rata produksi kotoran sapi perah



sebesar 55 ton/hari menghasilkan produksi biogas sebesar 2.200 m³/hari. Potensi energi listrik yang dihasilkan 16.390,86 kWh per hari. Potensi tersebut menghasilkan 217.45 kW.

Penelitian ini adalah kajian biogas sebagai sumber pembangkit tenaga listrik di Pamanren Saung Balong Al-Barokah, Majalengka, Jawa Barat. Pemanfaatan biogas dari kotoran sapi sebagai alternatif bahan bakar pembangkit listrik dilakukan melalui proses *anaerobic*. *Pilot Plant* dengan produksi biogas sebesar 7 m³/hari telah terpasang di Pamanren Saung Balong. Biogas ini dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak dan penerangan, dan digunakan sebagai bahan bakar pure biogas dengan genset skala 2.500 Watt. Produksi biogas rata-rata sebesar 0,040 m³ per 30 menit atau 0,080 m³/jam. Biogas yang dihasilkan selama pengukuran (450 menit) adalah 0,604 m³. Dengan data tersebut maka diperkirakan dalam sehari (24 jam) biogas yang dapat dihasilkan adalah sebesar 1,92 m³. Sementara, konsumsi biogas untuk genset pada beban 1.047 W adalah 0,019 m³/menit, genset akan beroperasi selama 101,05 menit atau sekitar 1,68 jam. Dengan demikian listrik yang dapat dihemat adalah 1,759 kWh per-hari atau 52,77 kWh per-bulan dan biaya listrik yang dapat dihemat yaitu sebesar Rp. 40.896/bulan [11].

Penelitian ini membahas tentang analisa perancangan pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) skala rumah tangga dari sampah organik perumahan Sebagai sumber energi listrik di Masjid Perumahan Diamond Residence Pekanbaru, pemanfaatan biogas dari Limbah Organik Masyarakat di Perumahan Diamond Residence sebagai sumber energi Listrik melalui proses *Anaerob Digestion*. Biogas ini di manfaatkan untuk keperluan pengganti energi listrik yang ada di Masjid tersebut sebagai konsumsi untuk Mesin Genset. Berdasarkan hasil kebutuhan listrik yang di dapatkan Sesuai dengan potensi yang terdapat di Perumahan tersebut dengan potensi energi listrik yang dihasilkan sekitar 58 Kwh per hari maka dibutuhkan tempat pemanfaatan energi tersebut sesuai dengan kemampuan energi listrik yang telah dihasilkan dan masjid kompleks perumahan yang terdapat di lokasi penelitian dirasa tepat sebagai tempat pemanfaatan. Dikarenakan untuk studi beban yang telah dihitung pada masjid kompleks perumahan tersebut dengan daya yang terpasang sebesar 2200 VA setiap bulannya masjid tersebut memakai energi listrik rata-rata sekitar 570,54 Kwh/bulan atau sekitar 19,018 Kwh/harinya. Dengan biaya listrik sebesar Rp 1459,74/Kwh untuk daya listrik 2200 watt maka tagihan listrik rata-rata sekitar Rp 832.840,-/bulan. Dan selain untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil



dengan memanfaatkan energi terbarukan biogas dari sampah organik, penelitian ini diharapkan dapat mengurangi biaya listrik yang terdapat pada masjid kompleks perumahan Damora Residence Kota Pekanbaru [12].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang melakukan penelitian hanya terfokus kepada menganalisa potensi serta melakukan kajian terhadap energi biogas dari berbagai bahan baku. Maka dari itu dalam penelitian ini memiliki beberapa kelebihan dan perbedaan dari penelitian terdahulu yaitu penelitian ini terfokus kepada analisis Teknis dan Ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) skala rumah tangga yang On grid dengan listrik PLN, PLTBG ini mencakup aspek teknis berupa kapasitas produksi, teknologi yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) skala rumah tangga. Pada aspek ekonomi terdiri dari biaya *financial* yaitu meliputi biaya yang dikeluarkan dalam proses pembuatan digester skala rumah tangga. Aspek *financial* seperti *Cash Flow (CF)*, *Net Present Value (NPV)*, dan *Pay Back Period (PBP)*.

Dalam penelitian ini peneliti menganalisa secara Teknis dan Ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) skala rumah tangga dari sampah organik rumah makan.

Energi listrik yang dihasilkan kemudian dimanfaatkan sebagai back up supply energi listrik di Rumah Makan Dian dan Rasa yang terdapat pada Kota Pekanbaru. Sampah organik yang menjadi bahan baku berasal dari sampah sehari-hari yang dihasilkan oleh rumah makan tersebut yang kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas, lalu dikonversi menjadi energi listrik yang kemudian dijadikan sebagai pengganti energi listrik pada Rumah Makan.

2.2 Teori

2.2.1 Biogas

Biogas adalah gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara (bakteri *anaerob*) terhadap limbah-limbah organik baik di digester maupun di tempat pembuangan akhir sampah [13]. Gas ini sering dimanfaatkan untuk pemanas, memasak, pembangkit listrik dan transportasi. Biogas dihasilkan dari fermentasi *anaerob* oleh bakteri *metanogenesis* pada bahan-bahan organik seperti kayu/tumbuhan, buah-buahan, kotoran hewan dan manusia merupakan



campuran gas metan (55-75%), CO₂ dan gas lainnya. Komposisi biogas bervariasi tergantung pada limbah organik dan proses fermentasi *anaerob*, dengan komposisi lengkap sebagai berikut:

Tabel 2.1. Komposisi Kandungan Biogas [17].

Komponen	%
Metana (CH ₄)	55-75
Karbon dioksida (CO ₂)	25-45
Nitrogen (N ₂)	0-0,3
Hidrogen (H ₂)	1-5
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0-3
Oksigen (O ₂)	0,1-0,5

Dalam tulisan ini potensi limbah organik adalah dari sampah organik yang berasal dari sisa rumah tangga seperti sampah sayuran, buah-buahan, nasi daging/ikan.

Biogas kira-kira memiliki berat 20 persen lebih ringan dibandingkan udara dan memiliki suhu pembakaran antara 650 sampai 750⁰ C. Biogas tidak berbau dan berwarna yang apabila dibakar akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m³ dengan efisiensi pembakaran 60 persen pada konvensional kompor biogas. Selain dimanfaatkan untuk bahan bakar memasak, biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan karena nilai kalor pada gas metananya tersebut. Sehingga biogas dapat dimanfaatkan untuk penerangan, proses pengeringan, untuk proses penghasil panas, untuk kendaraan bermotor dan pembangkit tenaga listrik [13].

Pemanfaatan biogas mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan BBM (bahan bakar minyak) yang berasal dari fosil diantaranya biogas mempunyai sifat yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Bahan bakar fosil yang pembakarannya kurang sempurna menghasilkan CO₂ yang merupakan salah satu gas penyebab pemanasan global. Sampah organik yang dibiarkan menumpuk dalam alam terbuka dapat menghasilkan gas metana (NH₄) sebagai akibat proses pembusukan sampah yang bereaksi dengan oksigen (O₂), gas metana mempunyai sifat polutan 21 kali dari sifat polutan CO₂, sehingga dengan dimanfaatkannya sampah sebagai bahan baku biogas dapat menekan



jumlah gas metana yang langsung dilepaskan ke udara karena gas metana sebagai salah satu komponen utama biogas digunakan dalam proses pembangkitan tenaga listrik.

2. Perkembangan Biogas di Indonesia

Biogas dikembangkan oleh orang-orang dari negeri Cina berupa campuran gas yang berupa campuran gas yang berasal dari rawa atau biasa disebut dengan gas rawa metana [3]. Proses fermentasi untuk membentuk gas metana ini baru ditemukan oleh Alessandro Volta pada tahun 1778, sedangkan digester *anaerobic* untuk mengolah biogas digunakan pada tahun 1896 di Inggris. Sejak saat itu biogas mulai banyak dimanfaatkan terutama oleh kalangan petani untuk menggerakkan alat-alat mekanik seperti traktor. Namun, sering dengan dikembangkannya energi dari bahan bakar minyak membuat penggunaan biogas mulai ditinggalkan.

Di Indonesia, biogas sebagai energi alternatif sebetulnya mulai dikembangkan pada tahun 1970-an. Hampir sama seperti di luar negeri, pengembangannya juga terhambat karena tingginya penggunaan bahan bakar minyak. Teknologi biogas baru berkembang kembali sejak tahun 2006, pada saat itu didalam negeri mulai ramai dengan kasus kelangkaan bahan bakar minyak dan permasalahan terkait energi lainnya.

Saat ini, biogas memang dikembangkan untuk dijadikan energi alternatif pengganti bahan bakar minyak di tingkat nasional. Kesadaran masyarakat untuk pemenuhan kebutuhan energi yang berbiaya murah dan ramah lingkungan menjadikan biogas sebagai pilihan yang tepat terutama bagi masyarakat di daerah pedesaan atau pelosok. Pasalnya di daerah pedesaan yang sulit terjangkau, sering sekali mengalami kesulitan bahan bakar tidak hanya dalam hal penyediaan, tetapi juga akses untuk mendapatkannya.

Dilihat dari segi aspek ekologis, social, maupun budaya, Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan biogas terutama untuk pemenuhan kebutuhan energi dikalangan rumah tangga [13]. Hal ini turut didorong oleh beberapa kondisi seperti dibawah ini.

1. Ketersediaan bahan baku biogas, terutama yang berasal dari limbah peternakan sangat mendukung produksi biogas dalam skala industri, limbah organik rumah tangga untuk biogas skala rumah tangga. Dengan potensi yang ada, tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

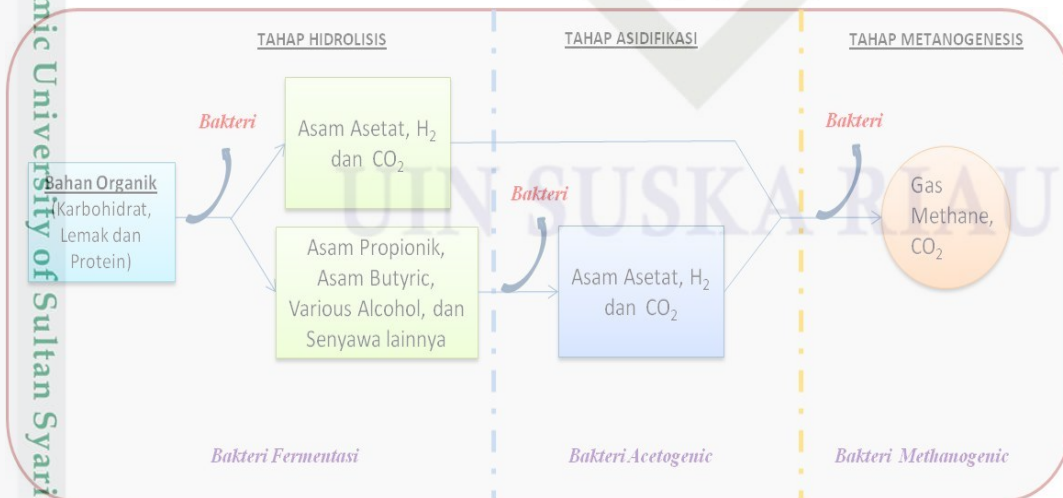
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki problematika penyediaan energi yang merata di semua wilayah. Hal ini disebabkan oleh sulitnya penyaluran bahan bakar hingga ke daerah-daerah pelosok yang belum mempunyai sarana dan prasarana penghubung memadai. Hal ini kemudian berakibat banyak wilayah pedesaan di pelosok negeri yang kesulitan memenuhi kebutuhan energinya. Contoh kasus dapat dilihat di wilayah-wilayah transmigrasi yang belum memiliki alat penerangan memadai akibat ketiadaan bahan bakar untuk penggerak mesin generator listrik.

Adanya regulasi nasional yang baru dibidang energi seperti kenaikan tarif dasar listrik, kenaikan harga gas elpiji, minyak tanah, dan harga sumber energi lainnya sehingga hal ini mendorong adanya upaya untuk pengadaan energi alternatif. Harapannya, energi alternatif tersebut selain lebih terjangkau juga berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah melalui pengembangan biogas yang lebih terjangkau oleh masyarakat menengah kebawah.

2.2.3 Proses Penguraian Limbah Organik Menjadi Biogas

Secara umum, alur proses pencernaan/digesting limbah organik sampai menjadi biogas dimulai dengan pencernaan limbah organik yang disebut juga dengan *fermentation/digestion anaerob*. Pencernaan tergantung kepada kondisi reaksi dan interaksi antara bakteri methanogens, non-methanogens dan limbah organik yang dimasukkan sebagai bahan input/feedstock kedalam digester. Proses pencernaan ini (*methanization*) disimpulkan secara sederhana melalui tiga tahap, yaitu: *hidrolisis (liquefaction)*, *asidifikasi (acid production)* dan *metanogenesis (biogas production)* seperti gambar berikut [14] :





Gambar 2.1. Tiga Tahapan Proses Fermentasi Anaerob Limbah Organik [14].

sesuai dengan gambar 2.1 diatas proses pembentukan biogas adalah sebagai berikut:

2.2.3.1 Hidrolisis

Hidrolisis merupakan penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang menjadi senyawa yang sederhana. Pada tahap ini bahan-bahan organik seperti karbohidrat, lipid dan protein didegradasi menjadi senyawa rantai pendek seperti asam amino dan gula sederhana. Kelompok bakteri *hidroisa* seperti *steptococci*, *bakteriodes* dan beberapa jenis *enterobaktericeae* yang melakukan proses ini. Pada tahap ini bahan yang tidak larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25°C didalam *digester*.

2.2.3.2 Asidogenesis

Asidogenesis adalah pembentukan asam dari senyawa sederhana. Pada tahap ini memproses senyawa terlarut pada hidrolisis menjadi asam-asam lemak rantai pendek yang umumnya asam asetat dan asam format. Pada tahap ini bakteri asam menghasilkan asam asetat dalam suasana *anaerob*. Tahap ini juga berlangsung pada suhu 25°C pada *digester*.

2.2.3.3 Metanogenesis

Metanogenesis adalah proses pembentukan gas metan dengan bantuan bakteri pembentuk metan seperti *methanobacterium*, *methanosakaria* dan *methanococcus*. Tahap ini mengubah asam-asam lemak rantai pendek menjadi H₂, CO₂ dan asetat. Asetat akan mengalami dekarboksilasi dan reduksi CO₂, kemudian bersama-sama dengan H₂ dan CO₂ menghasilkan produk akhir, yaitu metan (CH₄), dan karbondioksida (CO₂). Pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan secara *anaerob*. Proses ini berlangsung selama 14 hari pada suhu 25°C didalam *digester*. Pada proses ini akan



dihasilkan 70% CH₄, 30% CO₂ sedikit H₂ dan H₂S. Biogas merupakan suatu gas metan yang terbentuk karena proses fermentasi secara *anaerobik* oleh metan dan *methanobacterium* atau disebut juga bakteri *anaerobic*.

© Ha c i p t a m e r i l i h U N S u s k a R i a u .
State Islamic University of Sultan Saarif Kasim I

2.2.4 Parameter-parameter Proses Penguraian Limbah Organik Menjadi Biogas

Terdapat beberapa parameter-parameter yang mempengaruhi proses penguraian limbah organik untuk menjadi biogas, diantaranya [14]:

2.2.4.1 Suhu

Suhu sangat menentukan lamanya proses pencernaan di digester. Bila suhu meningkat, umumnya produksi biogas juga meningkat sesuai dengan batas-batas kemampuan bakteri mencerna sampah organik.

Ada tiga kondisi digestifikasi *anaerobic* berdasarkan suhu digesternya, antara lain:

1. Kondisi *Psikopilik*

Pada kondisi ini suhu digester antara 10-18°C, dan sampah cair terdigestifikasi selama 30-52 hari.

2. Kondisi *Mesopilik*

Pada kondisi ini suhu digester antara 20-45°C, dan sampah cair terdigestifikasi selama 18-28 hari. Dibandingkan digester kondisi *termopilik*, digester kondisi *mesopilik* pengoperasiannya lebih mudah, tapi biogas yang dihasilkan lebih sedikit dan volume digester lebih besar.

Kondisi *Termopilik*

Pada kondisi ini suhu digester antara 50-70°C, dan sampah cair terdigestifikasi selama 11-17 hari. Digester pada kondisi termopilik menghasilkan banyak biogas, tapi biaya investasinya tinggi dan pengoperasiannya rumit.

2.2.4.2 Nutrisi dan Penghambat bagi Bakteri *Anaerob*

Bakteri *Anaerobik* membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi untuk proses reaksi *anaerob* seperti mineral-mineral yang mengandung Nitrogen, Fosfor, Magnesium, Sodium, Mangan, Kalsium, Kobalt. Nutrisi ini dapat bersifat *toxic* (racun) apabila konsentrasi di dalam bahan terlalu banyak. Di bawah ini tabel konsentrasi kandungan kimia mineral-mineral yang diijinkan terdapat dalam proses pencernaan/*digestion* limbah organik, yakni:

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



Tabel. 2.2. Kandungan Mineral-Mineral yang Diiijinkan [14].

METAL	MG/LITER
Sulphate (SO_4^-)	5000
Sodium chloride	40000
Copper	100
Chromium	200
Nickel	200-500
Cyanide Below	25
Alkyl Benzene Sulfonate	40 ppm
Ammonia	3000
Sodium	5500
Potassium	4500
Calcium	4500
Magnesium	1500

Selain karena konsentrasi mineral-mineral melebihi ambang batas di atas, polutan-polutan yang juga menyebabkan produksi biogas menjadi terhambat atau berhenti sama sekali adalah ammonia, antibiotik, pestisida, detergen, dan logam-logam berat seperti *chromium*, *nickel*, dan *zinc*.

2.2.4.3 Lama Proses Penguraian

Lama proses (*Hydraulic Retention Time*-HRT) adalah jumlah hari proses pencernaan/*digesting* pada tangki *anaerob* terhitung mulai pemasukan bahan organik sampai proses awal pembentukan biogas dalam *digester anaerob*. HRT meliputi 70-80% dari total waktu pembentukan biogas secara keseluruhan. Lamanya waktu HRT sangat tergantung dari jenis bahan organik dan perlakuan terhadap bahan organik (*feedstock substrate*) sebelum dilakukan proses pencernaan/*digesting* diproses. Rata-rata lama proses penguraian berkisar 33 hari [13].

2.2.4.4 Derajat Keasaman (pH)

Memiliki efek terhadap aktivasi mikroorganisme. Konsentrasi derajat keasaman (pH) yang ideal antara 6,6 dan 7,6. Bila pH lebih kecil atau lebih besar maka



akan mempunyai sifat toksit terhadap bakteri metanogenik. Bila proses *anaerob* sudah berjalan menuju pembentukan biogas, pH berkisar 7-7,8.

2.2.4.5 Rasio C/N

Untuk menentukan bahan organik digester adalah dengan melihat rasio/perbandingan antara Karbon (C) dan Nitrogen (N). Beberapa percobaan menunjukkan bahwa metabolisme bakteri *anaerobic* akan baik pada rasio C/N antara 20-30. Jika rasio C/N tinggi, Nitrogen akan cepat dikonsumsi bakteri anaerobik guna memenuhi kebutuhan proteinnya, sehingga bakteri tidak akan bereaksi kembali saat kandungan Karbon tersisa. Jika rasio C/N rendah, Nitrogen akan terlepas dan berkumpul membentuk amoniak sehingga akan meningkatkan nilai PH bahan. Nilai PH yang lebih tinggi dari 8,5 akan dapat meracuni bakteri anaerobik. Untuk menjaga rasio C/N, bahan organik rasio tinggi dapat dicampur bahan organik rasio C/N rendah. Rasio C/N beberapa bahan organik dapat dilihat pada tabel 2.3. Bahan organik yang bernilai C/N tinggi dapat dicampur dengan yang lebih rendah sehingga diperoleh nilai rasio C/N yang ideal. Rasio C/N beberapa bahan organik dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rasio C/N beberapa bahan organik [14].

Bahan Organik	Rasio C/N
Kotoran Ayam	10
Kotoran Kambing	12
Kotoran Babi	18
Kotoran Sapi	24
Sampah Buah-buahan dan Sayuran (organik)	25

2.2.4.6 Total Solid (TS) dan Volatile Solid (VS)

Pengertian *total solid content* (TS) adalah jumlah materi padatan yang terdapat dalam limbah pada bahan organik selama proses digester terjadi dan ini mengindikasikan laju penghancuran/pembusukan material padatan limbah organik. *Total Solid* merupakan salah satu faktor yang dapat menunjukkan telah terjadinya proses pendegradasian karena padatan ini akan dirombak pada saat terjadinya pendekomposisi bahan. Jumlah TS biasanya direpresentasikan dalam % bahan baku.



Pengertian *volatile solid* (VS) Merupakan bagian padatan (*total solid*-TS) yang berubah menjadi fase gas pada tahapan asidifikasi dan metanogenesis sebagaimana dalam proses fermentasi limbah organik. *Volatile Solid* merupakan jumlah indikasi awal pembentukan gas metan, jumlah VS biasanya direpresentasikan dalam % *total solid* (TS).

2.2.4.7 Pengadukan bahan Organik

Pengadukan sangat bermanfaat bagi bahan yang berada di dalam digester *anaerob* karena memberikan peluang material tetap tercampur dengan bakteri dan temperatur tetap merata diseluruh bagian. Dengan pengadukan potensi material mengendap di dasar digester semakin kecil, konsentrasi merata dan memberikan kemungkinan seluruh material mengalami proses fermentasi *anaerob* secara merata.

2.2.4.8 Pengaturan Tekanan

Semakin tinggi tekanan di dalam digester, semakin rendah produksi biogas di dalam digester terutama pada proses *hidrolisis* dan *acydifikasi*. Selalu pertahankan tekanan diantara 1,15-1,2 bar di dalam *digester*.

2.2.4.9 Penjernihan Biogas

Kandungan gas atau zat lain dalam biogas seperti air, karbon dioksida, asam sulfat H_2S , merupakan polutan yang mengurangi kadar panas pembakaran biogas bahkan dapat menyebabkan karat yang merusak mesin. Banyak cara pemurnian biogas diantaranya *Physical Absorption* (pemasangan *water trap* di pipa biogas), *chemical absorption*, pemisahan membran permilabel, hingga penyemprotan air atau oksigen untuk mengikat senyawa sulfur atau karbon dioksida. Bila biogas digunakan untuk bahan bakar kendaraan atau bahan bakar pembangkit listrik, gas H_2S yang berpotensi menyebabkan karat pada komponen mesin harus dibuang melalui peralatan penyaring/ filter sulfur.

2.2.5 Persamaan-Persamaan Proses Penguraian Biogas

Berikut beberapa persamaan yang menentukan proses pembentukan biogas dari fermentasi limbah organik pada digester, diantaranya [14] :

2.2.5.1 Konversi Biogas Dan Pemanfaatannya

Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar dan sebagai sumber energi alternatif untuk penggerak generator listrik serta menghasilkan energi panas. Pembakaran 1 kaki



kubik (0,028 meter kubik) biogas dapat menghasilkan energi panas sebesar 10 Btu (2,25 kcal) yang setara dengan 6 kWh/m³ energi listrik atau 0,61 L bensin, 0,58 L minyak tanah, 0,55 L *diesel*, 0,45 L LPG (*Natural Gas*), 1,50 Kg kayu bakar dan 0,79 L *bioethanol* [12].

Konversi energi biogas untuk pembangkit tenaga listrik dapat dilakukan dengan menggunakan *gas turbine*, *microturbines* dan *otto Cycle Engine*. Pemilihan teknologi ini sangat dipengaruhi potensi biogas yang ada seperti konsentrasi gas metana maupun tekanan biogas, kebutuhan beban ketersediaan dana yang ada [14].

Dalam buku *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage* karya Bent Sorensen, bahwa 1 Kg gas metana setara dengan 6,13 x 10⁷ Joule, sedangkan 1 kWh setara dengan 3,6 x 10⁶ Joule. Untuk massa jenis gas metan 0,656 kg/m³ sehingga 1 m³ gas metan menghasilkan energi listrik sebesar 11,17 kWh.

Tabel. 2.4 Konversi Gas Metana Menjadi Energi Listrik [15].

Jenis Energi	Setara Energi	Referensi
1 Kg Gas Metana	6,13 x 10 ⁷ Joule	<i>Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage, Bent Sorensen, Juni 2007.</i>
1 kWh	3,6 x 10 ⁶ Joule	
1 m ³ Gas Metana massa jenis Gas Metana adalah 0,656 Kg/m ³	4,0213 x 10 ⁷ Joule	
1 m ³ Gas Metana	11,17 kWh	

Berikut adalah diagram alur penentuan kapasitas biogas skala rumah tangga :

UIN SUSKA RIAU

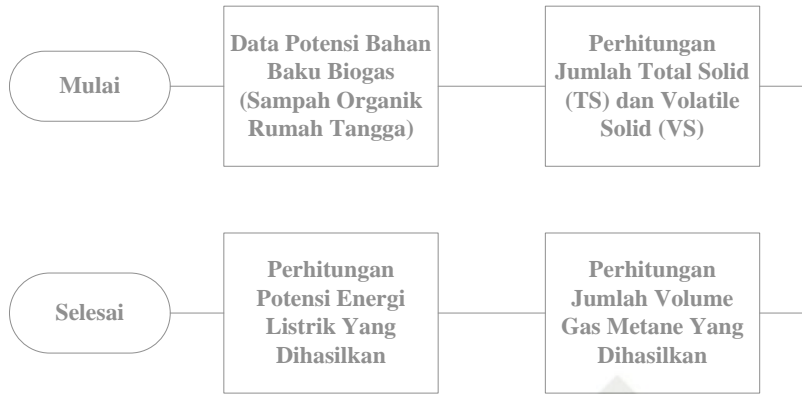


Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2. Diagram Alur Penentuan Kapasitas PLTBG Skala Rumah Tangga

Langkah-langkah penentuan kapasitas PLTBG skala rumah tangga, yaitu [16] :

1. Penentuan data potensi bahan baku biogas (sampah organik rumah tangga), dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data pemanfaatan potensi sampah organik rumah tangga di satu rumah makan yang ada di Kota Pekanbaru (Ton/hari atau Kg/hari).

Perhitungan jumlah dari *total solid* (TS), *volatile solid* (VS) dalam proses.

$$TS = 27,7 \% \times Ps \quad \text{Kg} \quad (2.1)$$

$$VS = 74,1 \% \times TS \quad \text{Kg} \quad (2.2)$$

Dimana :

Ps = data potensi bahan baku biogas (Kg/hari)

TS = *total solid* (Kg/hari)

VS = *volatile solid* (Kg/hari)

Perhitungan produksi biogas

$$Vb = 0,676 \times VS \quad \text{m}^3 \quad (2.3)$$

Dimana :

Vb = Volume biogas (m^3)

VS = *volatile solid* (Kg/hari)

4. Perhitungan jumlah volume gas metana



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$V_{gm} = 60\% \times V_b \quad m^3 \quad (2.4)$$

Dimana :

V_{gm} = jumlah volume gas metana (m^3)

VS = *volatile solid* (Kg/hari)

Perhitungan potensi energi listrik

$$E = V_{gm} \times FK \quad kWh \quad (2.5)$$

Dimana :

E = produksi energi listrik (kWh)

V_{gm} = jumlah volume gas metana (m^3)

FK = faktor konversi (kWh/m^3)

2.2.6 Komponen Utama PLTBG

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) secara lengkap terdiri dari digester, *biogas conditioning* (untuk memurnikan biogas) dan *generator set* [12].

2.2.6.1 Sumber Pasokan Limbah Organik (*feedstock*)

Sumber pasokan limbah organik adalah tempat asal bahan organik seperti peternakan, tempat sampah atau tempat proses akhir dari proses pengolahan bahan hasil pertanian dan rumah tangga. Di dalam *feedstock* terdapat juga tangki pemasukan bahan organik (*inlet feed substrate/feedstock*) merupakan wadah penampungan yang terhubung ke digester melalui saluran dengan kemiringan tertentu.

Di dalam *feedstock* juga bisa terdapat proses pengecilan dimensi limbah organik dengan peralatan *crusher* (pencacah), proses pencampuran (*mixing*) dan pengenceran untuk mempermudah penyaluran ke tangki digester.

2.2.6.2 Digester

Digester merupakan komponen utama dalam produksi biogas. Digester merupakan tempat dimana bahan organik diurai oleh bakteri secara *anaerob* (tanpa udara) menjadi gas CH_4 (55-80 %) dan CO_2 (20-45 %). Digester harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses fermentasi *anaerob* dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya produksi biogas terbentuk pada 20-35 hari. Biogas yang dihasilkan dari proses tersebut dapat



digunakan pada CHP (*Combined Heat and Power*) untuk menghasilkan listrik yang sebelumnya harus melalui proses pemurnian terlebih dahulu.

6.3 Teknik Pemurnian Biogas

Biogas mengandung unsur-unsur yang tidak bermanfaat untuk pembakaran rumah tangga maka unsur tersebut secara praktis tidak perlu dibersihkan. Hal ini disebabkan karena kompor hanya kontak dengan biogas pada saat dipakai saja. Alasan lain adalah proses pembersihan biogas adalah kegiatan yang memakan biaya.

Tetapi jika biogas untuk bahan bakar pembangkit listrik, maka proses pencucian menjadi sangat penting. Pencucian terhadap H_2O dan H_2S dapat memperpanjang umur dari komponen mesin pembangkit. Metode pencucian H_2O dan H_2S adalah sebagai berikut:

Pemurnian biogas dari unsur H_2O

Tujuan pencucian H_2O adalah karena kondensat yang terbentuk dapat terakumulasi dalam saluran gas dan dapat juga membentuk larutan asam yang korosif ketika H_2S larut dalam air [12]. Pengurangan kadar H_2O yang sederhana dilakukan dengan cara melewati biogas pada kolom yang terdiri dari silika gel atau karbon aktif. H_2O selanjutnya dapat diserap oleh silika gel atau karbon aktif.

Pemurnian biogas dari unsur H_2S

Secara umum, pencucian (pengurangan) H_2S dari biogas dapat dilakukan secara fisika, kimia, dan biologi [12]. Pemurnian secara fisika misalnya penyerapan dengan air, pemisahan dengan menggunakan membran atau absorpsi dengan adsorben misalnya dengan menggunakan karbon aktif. Metode fisika ini relatif mahal karena adsorben sulit diregenerasi dan efektifitas pengurangan H_2S yang rendah.

- Mencegah korosi.
- Menghindari keracunan H_2S (maksimum yang diperbolehkan ditempat adalah 5 ppm).
- Mencegah kandungan sulfur dalam biogas, yang jika terbakar menjadi SO_2 atau SO_3 yang lebih beracun dari H_2S .
- Meminimalisasi terbentuknya H_2SO_3 yang bersifat korosif.



2.2.6.4 Generator Set

Genset (*generator set*) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan yang terdiri dari dua perangkat berbeda yaitu *engine* dan *generator* atau *alternator*. *Gas engine* termasuk mesin pembakaran dalam yang berkerja dengan bahan bakar gas seperti gas alam atau biogas. setelah kandungan pengotor pada biogas diturunkan hingga kadar tertentu, biogas kemudian dialirkan ke *gas engine* untuk menghasilkan listrik. Bergantung pada spesifikasi *gas engine* yang digunakan, *gas engine* berbahan bakar biogas umumnya memerlukan biogas dengan kadar air dibawah 80% dan konsentrasi H₂S kurang dari 200 ppm. *Gas engine* mengubah energi yang terkandung dalam biogas menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator yang akan menghasilkan listrik.

2.2.7 Digester Biogas

Digester merupakan komponen utama dalam produksi biogas. Digester merupakan tempat dimana bahan organik diurai oleh bakteri secara anaerob (tanpa udara) menjadi gas CH₄ dan CO₂. Digester harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses fermentasi anaerob dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya produksi biogas terbentuk pada 4-5 hari setelah digester diisi. Produksi biogas menjadi banyak pada 20-35 hari [17].

2.2.7.1 Jenis-Jenis Digester Biogas

Terdapat beberapa jenis digester yang dapat dilihat berdasarkan konstruksi, jenis aliran dan posisinya terhadap permukaan tanah. Hal yang penting adalah apapun yang dipilih jenisnya, beberapa kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis digester akan dijelaskan dibawah ini :

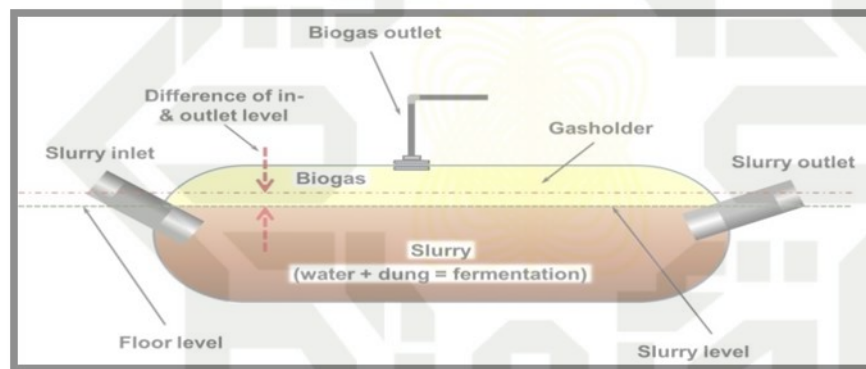
a. Plug Flow Bag Digester

Teknologi ini juga dikenal sebagai tubular plastik digester. Sangat mudah untuk menerapkannya, murah dan teknologi secara luas terkenal di daerah pedesaan[18]. Digester Tubular juga telah diadaptasi untuk daerah pegunungan dengan suhu rendah dan kondisi ekstrim. Digester tubular mudah menyesuaikan dengan lingkungan dan ketersediaan



sumber [18]. Bahan yang umum digunakan untuk membangun digester tubular adalah *polyethylene*, tetapi juga (*geo-membran*) HDPE (*High Density Polyetheine*) mulai digunakan. Digester HDPE lebih mahal dibandingkan *polyethylene* biasa, tetapi mereka memiliki waktu hidup yang lebih lama 20 hingga 30 tahun. Digester terdiri dari tas tubular melalui lumpur yang mengalir dari *inlet* ke *outlet*. Biogas yang dikumpulkan di bagian atas digester dengan pipa gas terhubung ke *reservoir*. Biogas melewati dari *reservoir* ke tujuan lain mereka, misalnya dapur [18]. Teknologi ini tidak dihitung dengan sistem pemanas atau pencampuran.

Tekanan gas dari digester dapat diatur dengan menempatkan beban pada tas digester ini. Namun, ini harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan digester. Digester tubular yang rapuh dan karena itu perlu perlindungan dari radiasi matahari dan hewan. Rentang hidup dari digester ini bervariasi dari 2 sampai 5 tahun tergantung pada praktik pemeliharaan [18].



Gambar 2.3 Digester Tubular [18].

Di lokasi ketinggian yang tinggi dan suhu rendah, perlu untuk melindungi digester untuk meminimalkan fluktuasi suhu pada malam hari. Untuk tujuan ini, digester plastik tubular ditimbun di parit dan ditutup dengan rumah kaca. Umumnya, lama waktu digestifikasi dari 60 sampai 90 hari dibutuhkan untuk kondisi ini di daerah pegunungan yang dingin. Selanjutnya, volume bio-digester untuk kondisi dingin perlu lebih besar dibandingkan dari digester dilaksanakan di iklim yang hangat [18].

Tabel 2.5 Kelebihan dan Kekurangan dari Digester Tubular. [18]

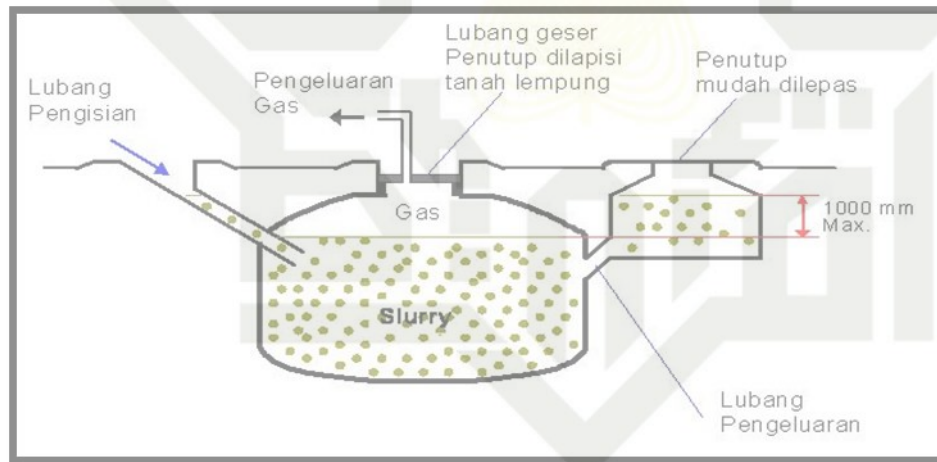
Kelebihan	Kekurangan
-----------	------------



<ul style="list-style-type: none"> •Biaya investasi yang rendah untuk mudah beradaptasi dengan cuaca dan arah angin •Kapasitas volume bisa disesuaikan kecil hingga besar •Mudah dan cepat untuk menginstal 	<ul style="list-style-type: none"> •Membutuhkan perlindungan eksternal untuk menghindari kecelakaan yang dapat merusak digester •Membutuhkan reservoir gas eksternal •Mudah untuk istirahat/berhenti dan sulit untuk memperbaiki. •Investasi besar untuk volume yang besar
--	--

Chinese Fixed Dome Digester

Digester *fixed dome* atau kubah tetap memiliki struktur terletak di bawah tanah dan beroperasi dalam model setengah *continou*, misalnya selain bahan baku sekali per hari. Struktur mencakup bagian yang bergerak dan pembangunan bahan yang umum terdiri dari batu bata dan semen. Teknologi ini tidak memiliki sistem pencampuran dan untuk alasan ini itu perlu untuk menghilangkan padatan sedimen yang ditangguhkan dari 2 sampai 3 kali per tahun (Tefera, 2009). Gambar 2.4 menunjukkan diagram dari digester.



Gambar 2.4 *Chinese fix dome digester*. [4].

Dalam jenis digester ini, bahan baku dimasukkan dalam tangki pencampuran untuk kemudian lolos ke ruang pencernaan. Tempat penyimpanan biogas di bagian atas (kubah) dari digester. Ketika gas telah diproduksi, bubur/*slurry* diarahkan ke tangki perpindahan. Bubur kembali ke ruang digester setelah gas yang dikonsumsi. Gerakan-



gerakan ini dalam bubur menciptakan pencampuran pergerakan *substrate*. Desain digester ini membuatnya cocok untuk suhu dingin, karena struktur bawah tanah dan oleh karena itu memiliki sistem isolasi untuk menjaga suhu di dalam digester [18].

Tabel 2. Kelebihan dan Kekurangan dari Digester *Chinese Fix Dome*. [18].

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi yang rendah • Waktu Hidup sekitar 20 tahun • Tidak ada ruang dangkal diperlukan karena struktur bawah tanah • Tekanan gas Baik • Pencampuran substrat dalam digester menghindari akumulasi besar padatan di bawah digester ini 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulit untuk membangun khususnya di daerah batuan dasar • Keterampilan teknis tinggi yang diperlukan untuk pembangunan untuk menghindari kegagalan struktural dan karena kebocoran gas • Tinggi biaya bahan transportasi dibandingkan digester tubular

Indian Floating Drum Digester

Desain *Indian floating drum digester* mirip dengan digester *Chinese fix dome* tetapi memiliki perbedaan memiliki fungsi wadah gas terapung untuk mengumpulkan biogas. Sistem ini telah diterapkan untuk mengolah limbah makanan di India dan China. Struktur digester terdiri atas tangki pencampuran (digester beton) dengan dua kamar. Ruang-ruang dibagi oleh dinding partisi tetapi terhubung satu sama lain di bagian atas digester. Digester ini juga memiliki drum *stainless* silinder atau pemegang gas, dan tangki stopkontak melalui mana bubur/*slurry* meninggalkan sistem [18].

UIN SUSKA RIAU

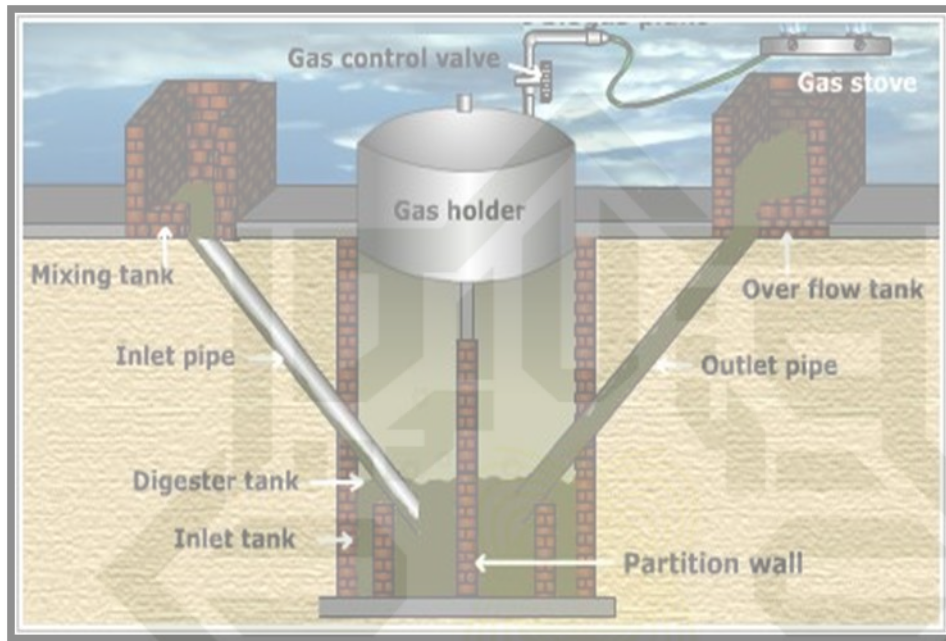
Has Cipta Dindinggi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

- Diarangi mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selama proses tersebut, *substrate*/bubur dicampur dalam tangki pencampuran dan dikumpulkan ke digester. Drum silinder mengapung di atas bubur mengumpulkan gas yang dihasilkan. Masalah ini diuraikan dalam ruang pertama dan setelah itu telah mencapai volume maksimum itu meluap ke ruang berikutnya. Setelah itu bubur meninggalkan sistem dengan pipa *outlet*.



Gambar 2.5 *Indian folating drum* digester. [4].

Biaya teknologi ini lebih tinggi dibandingkan dengan digester kubah Cina karena drum terapung terbuat dari baja [4]. Pemeliharaan rutin digester diperlukan pada lapisan penutup drum terapung harus dilakukan sekali pertahun untuk menghindari karat. Apabila dilakukan perawatan secara teratur digester dapat bertahan antara 3-5 tahun di daerah lembab atau 8-12 tahun di lokasi kering [18]. Rata-rata umpan harian tergantung pada ukuran digester. Sebagai contoh, sebuah digester dari 25 m³ memiliki OLR (*Organic Loading rate*) dari 12,47 Kg per hari ketika menggunakan limbah makanan [18]

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan dari Digester *Indian floating drum*. [18].

Kelebihan	Kekurangan
-----------	------------



<p>•Waktu Hidup sekitar 15 tahun.</p> <p>•Tekanan konstan gas karena berat batuan dasar</p> <p>•Teknologi yang diterapkan di beberapa bagian dunia</p> <p>•Masalah selama contruction digester tidak mewakili masalah besar dalam operasi dan hasil gas.</p>	<p>•Sulit untuk membangun khusus di daerah batuan dasar</p> <p>•Keterampilan teknis tinggi diperlukan untuk konstruksi</p> <p>•Teknologi mahal dibandingkan digester tubular</p> <p>•Pemeliharaan berkelanjutan diperlukan untuk menghindari kerusakan di drum terapung</p>
--	---

d. Complete-Mix Digester

Jenis digester ini merupakan sistem aliran bahan baku secara *continuous* (mengalir). Aliran bahan baku dan residu, keluar pada selang waktu tertentu lama bahan baku selama dalam digester disebut dengan waktu retensi hidrolis (*Hydraulic Rentention Time*) [18]. Secara umumnya digester ini berbentuk tangki/tabung yang dindingnya terbuat dari beton bertulang yang memungkinkan tidak terjadi kebocoran pada dindingnya dan untuk penampungan gasnya terbuat dari plastik HDPE (*High Density Polyeteline*). Teknologi digester *Complete-mix* ini memiliki sistem yang lebih maju dan banyak digunakan di negara-negara Eropa [19]. Jenis ini memiliki biaya investasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi yang disajikan sebelumnya, tapi itu memungkinkan mengendalikan proses *anaerobic digestion* dalam cara yang lebih efisien dan juga memiliki kapasitas yang lebih besar untuk masukan bahan baku. Hal ini dapat dirancang untuk masukan bahan baku dari 5.000 hingga 100.000 ton sampah organik pertahun [18].

Digester *Complete-Mix* ini mampu mengolah fraksi organik MSW (*Municipal Solid Waste*), limbah pertanian dan limbah makanan. Teknologi ini menghitung dengan sistem integrasi untuk memanaskan dinding dan lantai dari digester mana proses AD dilakukan di bawah suhu mesofilik (kira-kira 38°C). Digester yang dibangun dengan beton bertulang untuk menghindari kebocoran dari biogas [19].



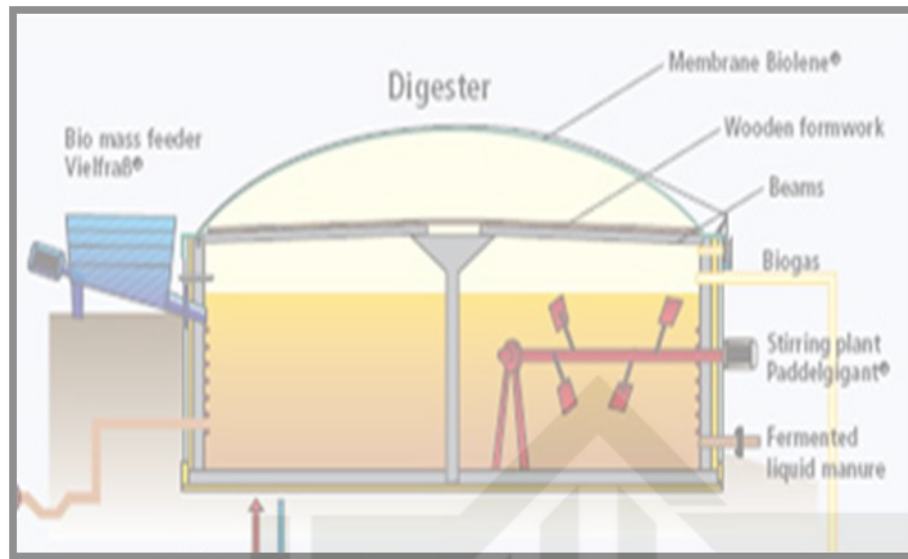
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.6 Complet-Mix Digester [19].

Proses fermentasi dalam digester ini minimal 17 hari dan maksimal 35 hari. Tergantung dari jenis teknologi pengaturan suhu yang digunakan [19]. Digester ini memerlukan alat pengadukan untuk membuat semua bahan tercampur secara merata [20].

Tabel 2.8 Kelebihan dan Kekurangan dari *Complete-Mix Digester* [21].

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> •Waktu Hidup sekitar 30-40 tahun. •Tekanan konstan gas •Suhu konstan di dalam digester •Perusahaan pemasok memberikan training dari personil •Kontrol yang lebih baik dari proses <i>anaerobic digestion</i> •Memiliki konstruksi yang kokoh •Mudah Berdaptasi dengan lingkungan •Kapasitas volume yang lebih besar •Teknologi yang diterapkan di beberapa bagian dunia 	<ul style="list-style-type: none"> •Biaya investasi tinggi. •Teknologi belum teruji di Indonesia.



2.2.7.2 Komponen Utama Digester

Komponen-komponen digester cukup banyak dan bervariasi. Komponen yang digunakan untuk membuat digester tergantung dari jenis digester yang digunakan dan tujuan pembangunan digester. Secara umum komponen digester terdiri dari empat komponen utama sebagai berikut [12] :

Saluran masuk *slurry* (bahan organik).

Saluran ini digunakan untuk memasukkan *slurry* (campuran sampah organik dan air) ke dalam reaktor utama biogas. Tujuan pencampuran adalah untuk memaksimalkan produksi biogas, memudahkan mengalirnya bahan baku dan menghindari endapan pada saluran masuk.

Ruang *digestion* (ruang fermentasi)

Ruangan *digestion* berfungsi sebagai tempat terjadinya fermentasi *anaerobic* dan dibuat kedap udara. Ruangan ini dapat juga dilengkapi dengan penampung biogas.

Saluran keluar residu (*sludge*)

Fungsi saluran ini adalah untuk mengeluarkan kotoran (*sludge*) yang telah mengalami fermentasi *anaerobic* oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan hidrostatik. Residu yang keluar pertama kali merupakan *slurry* masukan yang pertama setelah waktu retensi. *Slurry* yang keluar sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi.

Tangki penyimpan biogas

Tujuan dari tangki penyimpan biogas adalah untuk menyimpan biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi *anaerobic*. Jenis tangki penyimpan biogas ada dua, yaitu tangki bersatu dengan unit reaktor (*fixed dome*) dan terpisah dengan reaktor (*floatated dome*). Untuk tangki terpisah, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang dihasilkan dalam tangki seragam.

2.2.7.3 Komponen Pendukung Digester

Selain empat komponen utama tersebut diatas, pada sebuah digester perlu ditambahkan beberapa komponen pendukung untuk menghasilkan biogas dalam jumlah banyak dan aman. Beberapa komponen pendukung adalah [12] :



Katup pengaman tekanan (*control valve*)

Fungsi dari katup pengaman adalah sebagai pengaman digester dari lonjakan tekanan biogas yang berlebihan. Bila tekanan dalam tabung penampung biogas lebih tinggi dari tekanan yang diijinkan, maka biogas akan dibuang keluar. Selanjutnya tekanan dalam digester akan turun kembali. Katup pengaman tekanan cukup penting dalam reaktor biogas yang besar dan sistem kontinu, karena umumnya digester dibuat dari material yang tidak tahan tekanan yang tinggi supaya biaya konstruksi digester tidak mahal. Semakin tinggi tekanan di dalam digester, semakin rendah produksi biogas di dalam digester terutama pada proses hidrolisis dan acydifikasi. Selalu pertahankan tekanan diantara 1,15-1,2 bar di dalam digester.

Sistem pengaduk

Pada digester yang besar sistem pengaduk menjadi sangat penting. Tujuan dari pengadukan adalah untuk menjaga material padat tidak mengendap pada dasar digester. Pengadukan sangat bermanfaat bagi bahan yang berada di dalam digester *anaerobic* karena memberikan peluang material tetap tercampur dengan bakteri dan temperatur terjaga merata diseluruh bagian. Dengan pengadukan potensi material mengendap di dasar digester semakin kecil, konsentrasi merata dan memberikan kemungkinan seluruh material mengalami proses fermentasi anaerob secara merata. Selain itu dengan pengadukan dapat mempermudah pelepasan gas yang dihasilkan oleh bakteri menuju ke bagian penampung biogas. Pengadukan dapat dilakukan dengan:

- a. Pengadukan mekanis, yaitu dengan menggunakan poros yang dibawahnya terdapat semacam baling-baling dan digerakkan dengan motor listrik secara berkala.
- b. Mensirkulasi bahan dalam digester dengan menggunakan pompa dan dialirkan kembali melalui bagian atas digester.

Pada saat melakukan proses pengadukan hendaknya dilakukan dengan pelan. Sebagaimana diketahui bahwa tumbuhnya bakteri membutuhkan media yang cocok. Media yang cocok sendiri terbentuk dari bahan organik secara alami dan membutuhkan waktu tertentu sehingga pengadukan yang terlalu cepat dapat membuat proses fermentasi *anaerobic* justru terhambat.

3. Saluran biogas

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Diarangi Mengutip Sebagian atau Seluruh Karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

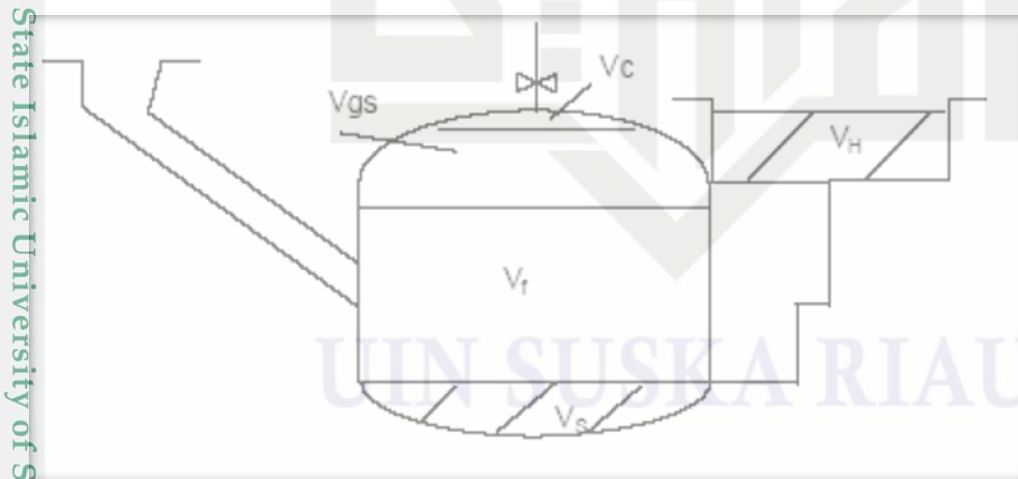
Tujuan dari saluran biogas adalah untuk mengalirkan biogas yang dihasilkan dari digester. Bahan untuk saluran gas disarankan terbuat dari polimer untuk menghindari korosi. Untuk pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar masak, pada ujung saluran pipa dapat disambung dengan pipa yang terbuat dari logam supaya tahan terhadap temperatur pembakaran yang tinggi.

2.7.4 Ukuran Digester

Ukuran tangki digester biogas tergantung dari jumlah, kualitas dan jenis limbah organik yang tersedia dan temperatur saat proses fermentasi *anaerobic*. Jumlah bahan baku biogas yang dimasukkan dalam digester terdiri dari sampah organik dan air, sehingga pemasukan bahan baku sangat tergantung dengan seberapa banyak air yang dimasukkan ke dalam digester untuk mencapai kadar bahan baku padatannya (TS) sekitar 8%. Pencampuran bahan organik untuk kotoran hewan dengan air dibuat perbandingan antara 1:3 dan 2:1. Sampah organik pasar relatif lebih banyak mengandung air sehingga perbandingan pencampuran antara sampah organik dengan air yaitu 1:2 [12]

$$\text{Jumlah bahan baku } Q = \text{jumlah sampah organik} + \text{air} \quad (2.6)$$

Di bawah ini gambar bentuk penampang silender digester anaerob (*Cylindrical Shaped Bio-Gas Digester Body*) dengan penjelasan sebagai berikut [12] :



Gambar 2.7. Penampang Digester Biogas Silinder [12].



Keterangan:

1. V_c – Volume Ruangan penampungan gas (*gas collecting chamber*)
- V_{gs} – Volume Ruangan Penyimpanan Gas (*gas storage chamber*)
- V_f – Volume Ruangan Fermentasi (*fermentation chamber*)
- V_h – Volume Ruangan Hidrolik (*hydraulic chamber*)
- V_s – Volume lapisan penampungan lumpur (*sludge layer*)

$$\text{Total volume digester } V = V_c + V_{gs} + V_f + V_s \quad (2.7)$$

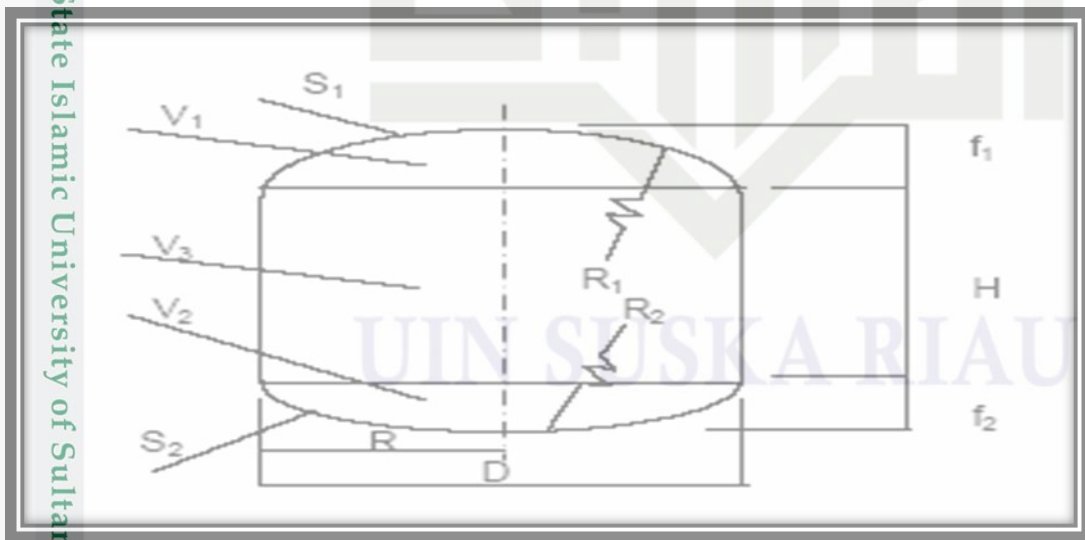
Berdasarkan jumlah volume bahan baku (Q), maka dapat ditentukan volume kerja digester (*working volume digester*) yang merupakan penjumlahan volume ruangan penyimpanan (V_{gs}) dan volume ruangan fermentasi (V_s).

$$\text{Volume kerja digester} = V_{gs} + V_f \quad (2.8)$$

dimana:

$$V_{gs} + V_f = Q \times \text{HRT (waktu digestifikasi)}$$

Untuk mendisain tangki digester biogas, dapat dilihat pada gambar dimensi geometrikal tangki digester di bawah ini:



Gambar 2.8. Dimensi Geometrikal Tanki Digestifikasi [12]



Berdasarkan gambar dimensi geometrikal tangki digester diatas berlaku ketentuan berikut geometrikal ruangan-ruangan digester sebagai berikut [12] :

Tabel. 2.9 Dimensi Geometrika Ukuran Tangki Digester Silinder [12].

Isi	Dimensi Geometrikal
$V_c \leq 5\% V$ $V_f \leq 15\% V$ $V_{gs} + V_f = 80\% V$ $V_{gs} = H$ $V_{gs} = 1,5 (V_{gs} + V_f + V_s) K$	$D = 1,3078 \times V^{1/3}$ $V_1 = 0,0827 D^3$ $V_2 = 0,05011 D^3$ $V_3 = 0,3142 D^3$ $R_1 = 0,725 D$ $R_2 = 1,0625 D$ $f_1 = D/5$ $f_2 = D/8$ $S_1 = 0,911 D^2$ $S_2 = 0,8345 D^2$

2.2.8 Analisa Ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk mengetahui karakteristik finansial pemanfaatan sampah organik sebagai energi listrik berdasarkan total aliran pendapatan tahunan dan total aliran biaya tahunan. Kelayakan pemanfaatan sampah organik sebagai bahan baku biogas untuk pengolahan menjadi energi listrik dilakukan dengan menganalisis finansial menggunakan metode *Cost Benefit Analysis* (CBA), adalah suatu metode analisis yang sistematis yang bertujuan untuk membandingkan serangkaian biaya dan manfaat dengan sebuah aktifitas atau proyek. memiliki beberapa parameter antara lain yaitu, *Cash Flow* (CF), *Net Present Value* (NPV), dan *Payback Period*.



- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diararng mengumunkan dan memperbanyak sebagai atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisis ekonomi ini digunakan untuk mengetahui karakteristik *financial* pemanfaatan PLTBG skala rumah tangga berdasarkan total aliran pendapatan tahunan (*inflow*) dan total aliran biaya tahunan (*outflow*).

Komponen biaya terdiri dari biaya investasi *anaerob digestion system*, *Biogas Storage System*, biaya investasi penggunaan lahan, biaya untuk pengolahan limbah dan *sludge*, biaya investasi pembangkit, biaya operasional dan pemeliharaan (O&M) *anaerob digestion system*, biaya O&M pengolahan air limbah dan *sludge*, biaya O&M pembangkit. Sedangkan komponen pendapatan terdiri dari penghasilan dari tidak memakai energi listrik PLN, penjualan *sludge*.

2.2.8.1 Perhitungan Komponen Biaya Produksi PLTBG

Pada bagian ini menggambarkan metodologi untuk mengestimasi biaya - biaya yang mungkin timbul dari pemanfaatan PLTBG. Biaya-biaya ini meliputi 2 (dua) komponen biaya utama yaitu biaya investasi modal dan biaya O&M. Perhitungan biaya produksi energi listrik PLTBG dibagi menjadi 2 (dua) tahap, yaitu tahap perhitungan biaya produksi biogas dan tahap perhitungan biaya produksi energi listrik PLTBG.

Biaya investasi dan O&M produksi biogas adalah sebagai berikut [17].

- a. Biaya Investasi *Anaerob Digestion System*

Biaya investasi ini meliputi biaya investasi digester *anaerob* beserta komponen pelengkap seperti sistem kontrol emisi, pekerjaan sipil, pompa set, instalasi pipa, dan pekerjaan elektrikal. Jenis digester *anaerob* yang digunakan adalah beton bertulang dilapisi dengan pelindung berbahan busa dan *steroform*. [17].

Biaya Investasi *Biogas Storage System*

Biaya investasi ini mencakup biaya *pressurized storage vessels* (tangki baja *stainless steel*), *scrubbers* (peralatan pemurnian biogas), kompresor, *piping* dan *housing*. Perhitungan biaya investasi biogas *storage system* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [17] :

$$\text{Biaya investasi biogas storage system} = 0,05407 V_{\text{biogas}} (\text{US\$}) \quad (2.9)$$

Dimana,

V_{biogas} adalah potensi produksi biogas ($\text{m}^3/\text{pertahun}$)

Biaya Investasi Lahan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim I

Biaya investasi untuk lahan diperuntukkan bagi kegiatan penyiapan lahan tempat pemasangan *anaerob digestion system*. Besarnya biaya investasi untuk penggunaan lahan, ditentukan dari luas area yang diperlukan untuk tempat pemasangan *anaerob digestion system* dan harga lahan. Perhitungan biaya investasi untuk penggunaan lahan 1 (satu) buah *anaerob digestion system* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Biaya investasi penggunaan lahan} = \text{luasan alas digester} \times \text{harga} / \text{m}^2 \quad (2.10)$$

Biaya Lahan Untuk Pengolahan Air Limbah dan *Sludge*

Biaya yang termasuk dalam biaya ini adalah biaya yang digunakan untuk pengolahan kompos (*sludge*), pengolahan air limbah, pembersihan lokasi digester, bongkar material organik atau pemuatan kompos hasil digester, asumsi untuk biaya ini adalah 0,125 % dari investasi lahan [17].

Biaya O&M *Anaerob Digestion System*

Biaya O&M *anaerob digestion system* terdiri dari biaya penggunaan tenaga kerja (*labour cost*) berupa operator untuk mengoperasikan peralatan, biaya pembelian air baku yang dikonsumsi untuk keperluan operasional, biaya penggantian *spare part*. Dalam literatur ditentukan biaya O&M pertahun sebesar 6,7 % dari biaya investasi *anaerob digestion system* [17].

f. Biaya O&M Pengolahan Air Limbah dan *Sludge*

Biaya O&M pengolahan air limbah dan *sludge* terdiri dari biaya penggunaan tenaga kerja dan bahan-bahan kimia yang diperlukan untuk operasional pengolahan air limbah dan pengolahan kompos (*sludge*) sisa dari proses pencernaan dalam digester. Dalam penelitian ini ditentukan biaya O&M pertahun sebesar 14,65% dari biaya investasi lahannya [17].

Perhitungan Biaya Produksi Biogas

Biaya produksi biogas pertahun ditentukan dari biaya operasional dan pemeliharaan tahunan serta biaya penyusutan dari modal selama masa usia proyek (20 tahun). Besarnya biaya penyusutan modal selama 20 tahun diperoleh berdasarkan hasil perhitungan:

$$\text{biaya penyusutan modal} = \frac{\text{total biaya investasi}}{\text{usia proyek}} \quad (2.11)$$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dimana,

Total biaya investasi adalah *investasi anaerob digestion system* + biaya investasi *biogas storage system* + biaya investasi penggunaan lahan + biaya lahan untuk pengolahan air dan *sludge*.

Biaya investasi dan O&M produksi energi listrik PLTBG

Salah satu komponen biaya investasi antara lain adalah *gas engine*. Listrik yang dihasilkan dari *gas engine* kemudian langsung dihubungkan ke objek penelitian. Perhitungan biaya investasi dan O&M produksi energi listrik PLTBG dilakukan pada jenis teknologi konversi pembangkit yang tersedia di pasaran. Biaya tetap operasi dan pemeliharaan biasanya terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya pemeliharaan. Biaya pemeliharaan terutama meliputi minyak pelumas, filter, baterai, busi dan sebagainya. Biaya operasi dan pemeliharaan untuk *gas engine* ialah Rp. 110,4/kWh [17]. *Gas engine* biasanya memerlukan perbaikan (*major overhaul*) setiap 48.000–60.000 jam operasi, tergantung pada merk *gas engine* yang digunakan.

2.2.8.2 Perhitungan Komponen Pendapatan

Komponen pendapatan terdiri dari penghasilan dari tidak menggunakan listrik PLN dan penjualan *sludge*.

Sama seperti perhitungan komponen biaya, perhitungan komponen pendapatan dilakukan terhadap jenis teknologi yang akan dipakai. Adapun beberapa pendapatan dari PLTBG ialah sebagai berikut:

1. Pendapatan dari tidak menggunakan Listrik PLN

2. Pendapatan melalui hasil keuntungan dari tidak memakai listrik PLN mulai dari perbulan hingga tahunan.

3. Pendapatan penjualan *sludge*

Sludge adalah limbah keluaran berupa lumpur dari lubang pengeluaran digester setelah mengalami proses fermentasi *anaerobic*. Setelah ekstraksi biogas (energi), *sludge* dari digester merupakan produk samping dari sistem pencernaan digester. *Sludge* mengandung senyawa yang dapat membantu menyuburkan tanah dan meningkatkan produksi tanaman. Jumlah *sludge* yang dihasilkan dipengaruhi oleh presentase bahan baku yang diubah menjadi biogas, bahan baku yang menguap dan bahan baku yang larut dalam



air. Diasumsikan rata-rata jumlah *sludge* yang dihasilkan oleh suatu digester adalah 30% bahan baku dan mempunyai harga di pasaran Rp.500,-/Kg [17].

Besarnya pendapatan dari hasil penjualan *sludge* dapat dituliskan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Penjualan } \textit{sludge} = \text{Jumlah } \textit{sludge} \text{ (kg/tahun)} \times \text{Harga jual } \textit{sludge} \text{ (Rp./kg)} \quad (2.12)$$

9. Analisa Financial

Analisa *financial* pada pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) skala rumah tangga ini menggunakan metode menggunakan metode *Cost Benefit Analysis* (CBA), memiliki beberapa parameter antara lain yaitu, *Cash Flow* (CF), *NetPresent Value* (NPV), dan *Pay back Period*.(PBP)

Dalam rangka untuk menilai apakah proyek dapat diterima atau tidak teknik analisa *financial* yaitu melakukan analisa *Cost Benefit Analysis* (CBA) atau analisa biaya manfaat adalah suatu metode analisis yang sistematis yang bertujuan untuk membandingkan serangkaian biaya dan manfaat dengan sebuah aktifitas atau proyek.

Setelah didapatkan perbandingan maka langkah selanjutnya yaitu mengambil keputusan untuk mempertimbangkan apakah suatu rencana dari sebuah aktifitas atau proyek dapat dilanjutkan atau tidak dengan melakukan evaluasi. Analisa biaya manfaat memiliki ciri khusus antara lain [22].

1. Analisa biaya manfaat mengukur semua biaya dan manfaat yang kemudian dihasilkan dari program publik dalam bentuk uang.
2. Melambangkan rasionalitas ekonomi, karena kriteria sebagian besar ditentukan dengan penggunaan efisiensi ekonomi secara global.
3. Secara tradisional menggunakan pasar swasta sebagai titik tolak dalam memberikan rekomendasi program publik.

Analisa biaya manfaat memiliki beberapa keunggulan antara lain :



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

2.2.9.1 Cash Flow(CF)

Didalam menjalankan sebuah aktivitas atau sebuah proyek, tentunya akan menimbulkan sejumlah biaya untuk menjalankan proyek tersebut, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Disisi lain akibat dari pelaksanaan proyek tersebut akan timbul juga manfaat atau keuntungan yang didapatkan, dengan demikian didalam sebuah proyek akan selalu timbul sejumlah uang pemasukan dan uang pengeluaran. Uang masuk dan uang keluar inilah yang dinamakan Cash Flow (aliran uang).Cash Flow terbagi dua yaitu Cash Flow Benefit (aliran uang masuk) dan Cash Flow Cost (aliran uang keluar) [23]

1. Cash Flow Benefit (CFB)

Cash Flow Benefit adalah aliran uang yang masuk disetiap tahun selama sistem berjalan atau umur proyek. Aliran uang yang masuk disetiap tahun dihitung berdasarkan nilai rata-rata suku bunga yang ada pada tahun pertama pelaksanaan proyek. Berikut rumus perhitungan CFB.

$$CFB = \frac{Benefit}{(1 + i)^n} \dots \dots \dots (2.13)$$



2.

Cash Flow Cost (CFC)

Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

26.

27.

28.

29.

30.

31.

32.

33.

34.

35.

36.

37.

38.

39.

40.

41.

42.

43.

44.

45.

46.

47.

48.

49.

50.

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57.

58.

59.

60.

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67.

68.

69.

70.

71.

72.

73.

74.

75.

76.

77.

78.

79.

80.

81.

82.

83.

84.

85.

86.

87.

88.

89.

90.

91.

92.

93.

94.

95.

96.

97.

98.

99.

100.

101.

102.

103.

104.

105.

106.

107.

108.

109.

110.

111.

112.

113.

114.

115.

116.

117.

118.

119.

120.

121.

122.

123.

124.

125.

126.

127.

128.

129.

130.

131.

132.

133.

134.

135.

136.

137.

138.

139.

140.

141.

142.

143.

144.

145.

146.

147.

148.

149.

150.

151.

152.

153.

154.

155.

156.

157.

158.

159.

160.

161.

162.

163.

164.

165.

166.

167.

168.

169.

170.

171.

172.

173.

174.

175.

176.

177.

178.

179.

180.

181.

182.

183.

184.

185.

186.

187.

188.

189.

190.

191.

192.

193.

194.

195.

196.

197.

198.

199.

200.

201.

202.

203.

204.

205.

206.

207.

208.

209.

210.

211.

212.

213.

214.

215.

216.

217.

218.

219.

220.

221.

222.

223.

224.

225.

226.

227.

228.

229.

230.

231.

232.

233.

234.

235.

236.

237.

238.

239.

240.

241.

242.

243.

244.

245.

246.

247.

248.

249.

250.

251.

252.

253.

254.

255.

256.

257.

258.

259.

260.

261.

262.

263.

264.

265.

266.

267.

268.

269.

270.

271.

272.

273.

274.

275.

276.

277.

278.

279.

280.

281.

282.

283.

284.

285.

286.

287.

288.

289.

290.

291.

292.

293.

294.

295.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim I

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian dalam tugas akhir ini akan dikembangkan secara kuantitatif dengan mengumpulkan data-data potensi bahan baku biogas di daerah penelitian, menentukan kapasitas PLTBG skala rumah tangga dan pemilihan teknologi-teknologi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik, kemudian menganalisa PLTBG skala rumah tangga ini secara teknis maupun ekonomi.

Hasil dari penelitian ini yaitu sebuah analisa teknis dan ekonomi PLTBG skala rumah tangga dari sampah organik sebagai energi listrik pada rumah makan Dian & Rasa

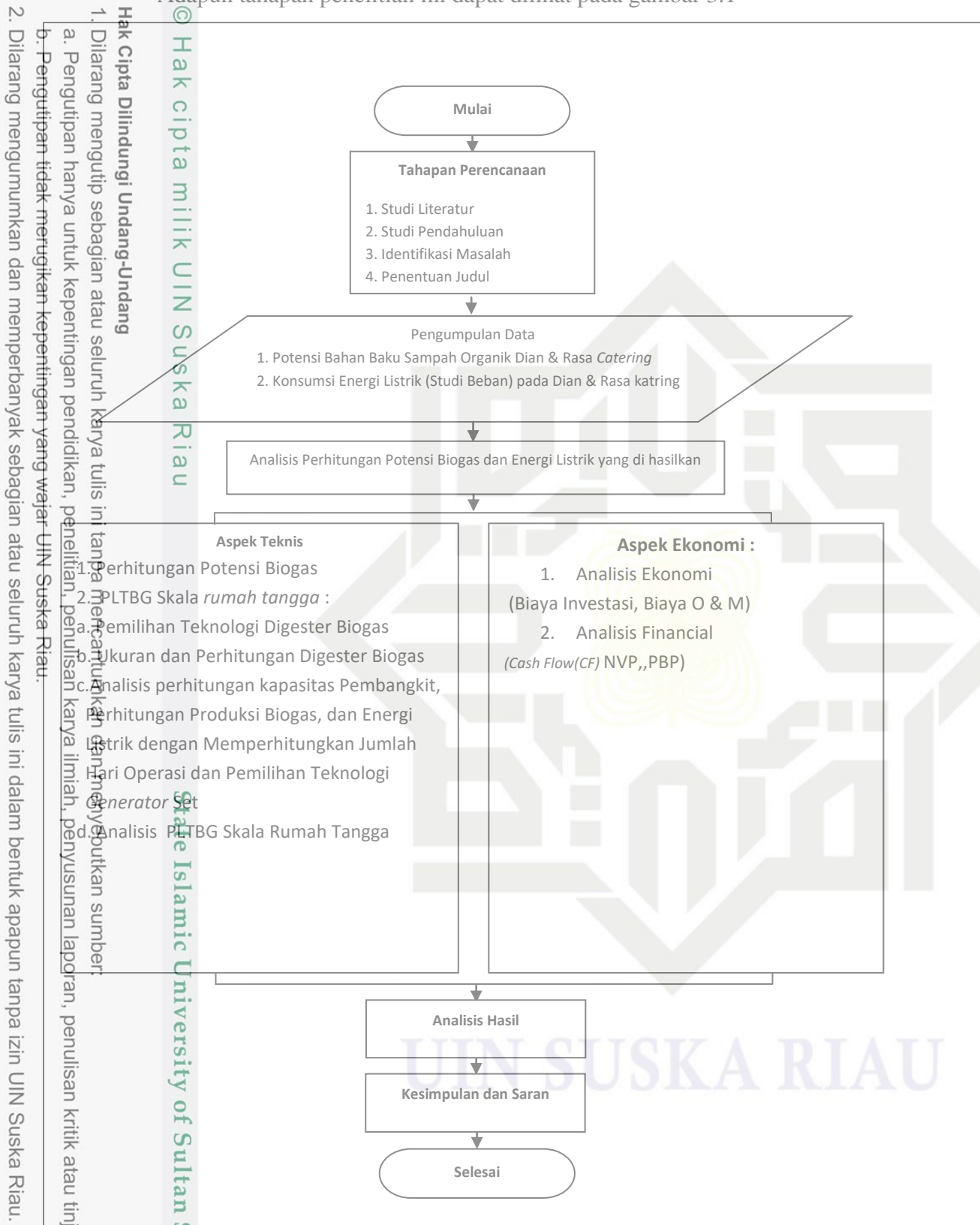
Pada penelitian ini aspek yang digunakan untuk produksi biogas yaitu aspek teknis dan aspek ekonomi. Aspek teknis terdiri analisa potensi biogas pada lokasi, penentuan kapasitas produksi PLTBG skala rumah tangga dan perhitungan digester biogas. Aspek ekonomi terdiri dari perhitungan biaya produksi pembuatan PLTBG skala rumah tangga tersebut.

3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dari melakukan studi literatur yang kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi masalah, merumuskan masalah yang ada, lalu menetapkan tujuan dan manfaat, setelah itu pemilihan baku berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan, pemilihan lokasi yang mempunyai ketersediaan bahan baku, survei dan identifikasi lokasi yang menjadi tempat penelitian. Dan dilakukan pengumpulan data potensi bahan baku dari biogas dan pengambilan data konsumsi energi listrik dari tempat yang menjadi objek penelitian pemanfaatan biogas ini. Lalu analisa data yang telah didapatkan. Langkah selanjutnya menentukan kapasitas dan teknologi yang digunakan, kemudian menganalisa secara finansial.



Adapun tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian



3.3. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarar mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3. Studi Literatur

Mencari teori - teori yang mendukung dalam penelitian ini antara lain, mengidentifikasi masalah, mencari rumusan masalah, lalu menetapkan tujuan dan manfaat. Kemudian menentukan pemilihan bahan baku biogas, pemilihan lokasi, studi kelayakan aspek teknis dan aspek ekonomi. Studi literatur ini dilakukan untuk membantu mengetahui data apa saja yang diperlukan dalam penelitian serta cara pengolahan data tersebut.

3.3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah berisi tentang beberapa alasan dilakukannya penelitian ini, adapun identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu sehubungan dengan tingginya kebutuhan energi listrik dan tingginya permasalahan sampah di kota pekanbaru yang mana penyumbang terbesar sampah di kota pekanbaru salah satunya industri kecil dan menengah yang belum bisa untuk mengolah sampah nya sendiri.

3.3.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah merupakan pertanyaan yang akan dijawab melalui pengolahan data. Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan, tingginya kebutuhan listrik, dan tingginya permasalahan sampah di Kota Pekanbaru, maka diperlukannya pemanfaatan biogas dengan menggunakan sampah organik demi menuntaskan permasalahan yang ada. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana memanfaatkan biogas menggunakan sampah organik rumah tangga sebagai sumber energi listrik pada wirausaha rumah makan & katering Dian Rasa di Kota Pekanbaru.

3.3.3 Manfaat dan Tujuan

Tujuan yang akan dicapai berhubungan dengan identifikasi masalah yang telah ditentukan. Tujuan yang ingin dicapai adalah mengetahui secara ilmiah potensi biogas dengan memanfaatkan sampah organik sebagai pengembangan energi listrik, yang dilihat dari aspek teknis dan ekonomi.

3.4 Pemilihan Bahan Baku

Pemilihan bahan baku berdasarkan bahan baku yang mempunyai potensi yang berkelanjutan dan mudah dimanfaatkan, dan disini bahan baku utamanya ialah dari sampah rumah makan dian rasa yang mana sampah nantinya telah menjadi suatu permasalahan yang buruk terhadap lingkungan masyarakat perkotaan, dimana



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terdapat banyaknya sampah yang berserakan ditepi jalan sehingga mengganggu pengguna jalan, baik yang berkendara maupun pejalan kaki yang ada di Kota Pekanbaru.

Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi atau identifikasi daerah itu faktor pentingnya yaitu ketersediaan potensi energi biogas pada lokasi, disini dengan bahan baku sampah organik rumah tangga, lalu rumah makan yang menjadi tempat pemanfaatan energi biogas, dan tentunya terdapatnya lahan untuk pembuatan PLTBG skala rumah tangga. Pada penelitian ini studi kasus diambil di rumah makan dian & rasa katering di Kota Pekanbaru. Alasan pemilihan lokasi penelitian di rumah makan dian rasa adalah:

- Berdasarkan pengamatan dan survei pada observasi awal terlihat bahwa adanya kesadaran pemilik rumah makan tersebut dalam mendukung penelitian ini.
- Adanya keterbukaan antara peneliti dan pemilik rumah makan tersebut sehingga memudahkan saya dalam mengambil data baik lapangan maupun di rumah makan tersebut.

3.5.1 Survei Dan Identifikasi Lokasi

Survei dan identifikasi lokasi bertujuan untuk memastikan apakah di daerah yang akan diteliti memiliki potensi bahan baku yaitu sampah organik yang dapat dibuat menjadi biogas dan di konversi ke listrik yang akan dibangkitkan tersebut dapat langsung dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik pada rumah makan tersebut.

3.6 Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data berupa potensi bahan baku biogas yaitu sampah organik, nilai konversi biogas dan konsumsi energi listrik pada bangunan yang menjadi tempat pemanfaatan energi biogas

Data yang akan dibutuhkan antara lain:

Data pendukung mengenai potensi jumlah sampah organik di Rumah makan Dian & Rasa Kota Pekanbaru sebagai studi kasus bahan acuan perhitungan pembangkitan energi listrik.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. © Hak cipta milik UIN Suska Riau

Data mengenai konsumsi energi listrik pada rumah makan Dian & Rasa Kota Pekanbaru. Perhitungan studi beban konsumsi energi listrik mulai dari per hari ataupun per bulannya.

Data-data literatur mengenai teori-teori analisa sampah organik sehingga menghasilkan biogas yang akan dibangkitkan sebagai tenaga listrik.

Data literatur mengenai pemilihan jenis digester dan teknologi PLTBG, perhitungan dimensi digester, energi yang dikonversikan dan perhitungan biaya secara ekonomi.

Penelitian ini, yang diperhitungkan adalah jika potensi biogas yang ada semuanya dikonversikan sebagai pembangkit tenaga listrik. Dari perhitungan tersebut diharapkan didapatkan suatu model pembangkit yang sesuai dengan potensi dari jumlah potensi sampah organik di tempat studi kasus yaitu rumah makan Dian & Rasa Kota Pekanbaru.

3.7 Waktu Residen Time Dalam Digester

Waktu residen time dalam digester merupakan waktu yang di perlukan selama proses pembusukan sampah didalam digester hingga menghasilkan gas. Produksi biogas dari sampah organik menggunakan digester silinder tegak dengan proses batch bisa berlangsung dengan baik, namun proses secara batch tidak bisa memasukkan umpan terus-menerus setiap hari, sehingga pada hal ini produksi sampah biasanya berlangsung setiap hari. Namun demikian, bila dipaksakan harus menggunakan digester dalam jumlah banyak beroperasi secara seri dan terjadwal. Sedangkan bila digester silinder dirancang kontinyu dengan waktu tinggal bahan yang lama (30 hari), pada kapasitas yang memadai untuk produksi sampah pada umumnya, maka harus dengan ukuran digester yang besar. Disamping itu, dengan waktu tinggal yang relatif lama, memiliki kelemahan bahwa semua bahan yang masuk tidak terjamin tinggal dalam digester dalam waktu yang sama / merata [25].

Untuk design digester yang telah di jelaskan di atas saya memilih cara yaitu menggunakan digester dalam jumlah banyak beroperasi secara seri dan terjadwal untuk menghindari penumpukkan sampah setiap harinya serta waktu residen time berlangsung cukup baik.



3.8 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisa Potensi Biogas Dan Energi Listrik Yang Dihasilkan

Pada penelitian ini, akan dihitung potensi biogas yang ada di rumah makan Dian Rasa Kota Pekanbaru sebagai studi kasus untuk menjadi acuan mendapatkan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) skala rumah tangga. Perhitungan tersebut dengan memperhatikan parameter-parameter konversi yang membuat suatu potensi sampah organik dapat menghasilkan energi yang optimum. Parameter tersebut antara lain temperatur, *retention time*, besarnya sampah organik yang dihasilkan perhari, nilai *total solid* (TS), dan *volatile solid* (VS) perhari. Dengan rumus dan tabel sesuai dengan tinjauan pustaka yang ada maka didapatkan nilai energi yang dihasilkan.

Setelah didapatkannya hasil potensi bahan baku biogas maka dilakukan analisa data yang bertujuan untuk menyelaraskan dengan keadaan kebutuhan energi listrik pada rumah makan dian & rasa yang dijadikan tempat pemanfaatan energi biogas. Selanjutnya menghitung Kebutuhan energi listrik pada rumah makan ditentukan dari peralatan-peralatan listrik dengan daya yang beragam sesuai dengan kebutuhan dari tempat tersebut. Dalam penelitian ini, peneliti menganalisa studi beban yang dibutuhkan di tempat rencana penelitian yaitu di rumah makan dian & rasa yang ada di Kota Pekanbaru. Hal ini dilakukan agar peneliti mengetahui besar kebutuhan energi listrik yang digunakan.

Berdasarkan Potensi Sampah Organik yang ada pada rumah makan dian rasa Kota Pekanbaru yang Memiliki potensi sampah organik lebih kurang 165 kg/hari. Bila dikonversi ke energi listrik maka setiap harinya didapatkan sekitar 86 kwh/hari di rumah makan dian rasa tersebut.

Dan untuk studi beban yang telah dihitung pada rumah makan dian rasa tersebut dengan daya yang terpasang sebesar 4400 VA setiap bulannya rumah makan tersebut memakai energi listrik rata-rata sekitar 1.618,74 Kwh/bulan atau sekitar 53,958 Kwh/harinya. Dengan biaya listrik sebesar Rp 1.467/Kwh untuk daya listrik 4400 Watt maka tagihan listrik rata-rata sekitar Rp 2.374.691,58 - bulan.

Dari potensi biogas yang terdapat pada rumah makan Dian Rasa Kota Pekanbaru ini setelah dikonversi ke energi listrik, dan setelah dihitung studi beban pada rumah makan yang menjadi tempat pemanfaatan energi listrik yang telah dihasilkan. Dengan menghitung analisa Teknis dan Ekonomi Maka dapat di bangun



1. Diarang Mengutip Sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PLTBG sederhana untuk mengurangi biaya listrik serta dapat mengurangi penumpukkan sampah yang ada di kota pekanbaru.

Analisa Aspek Teknis dan Ekonomi

Aspek Teknis

1.1 Pemilihan dan Perhitungan Digester PLTBG

Dalam menentukan jenis digester PLTBG ada beberapa pertimbangan. Selain potensi bahan baku, hal yang perlu diperhatikan adalah temperatur digester yang akan dirancang, derajat keasaman (pH) bahan baku biogas dan komposisi C/N (rasio karbon dan nitrogen). Secara sederhana urutan fasilitas biodigester dimulai dengan perhitungan volume digester yang meliputi potensi bahan baku yang ada, dalam meghasilkan gas methan, penentuan model digester, tangki penyimpanan dan diakhiri dengan penentuan lokasi.

Langkah – langkah tersebut secara sederhana seperti bagan sebagai berikut.



Gambar 3.2. Diagram pemilihan dan perhitungan model digester.

Penentuan model digester didasarkan ketersediaan fasilitas dan stabilitas gas yang dihasilkan. Volume digester didasarkan pada temperatur, besar potensi bahan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

baku biogas dan waktu digestifikasi dari sampah organik sampai menghasilkan gas metan.

Penentuan lokasi fasilitas digester atau instalasi pembangkit didasarkan pada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan dalam penentuan lokasi digester adalah:

- Ketersediaan lahan sesuai dengan luas digester yang akan dibangun.
- Pemilihan lokasi yang lebih tinggi untuk menghindari genangan air atau banjir pada waktu musim hujan.
- Lokasi dengan sumber bahan baku biogas.
- Memilih lokasi digester yang mendapatkan sinar matahari yang cukup / tempat terbuka.
- Jauh dari pepohonan, dimana akar pohon akan merusak bangunan digester.
- Dekat dengan lokasi objek penelitian yang akan memanfaatkan potensi biogas.
- Memiliki kontur tanah yang stabil, sehingga konstruksi bangunan digester tidak mudah rusak [18].

Konversi energi listrik dari biogas dilakukan dengan mengubah energi potensial yang ada dalam biogas menjadi mekanik, kemudian energi mekanik menjadi energi listrik. Analisa dilakukan pada jenis teknologi konversi yang tersedia dipasaran. Selain itu pemilihan teknologi sebagai pembangkit sebagai pembangkit tenaga listrik dari biogas yang dihasilkan didasarkan beberapa faktor lainnya. Faktor – faktor tersebut adalah:

- Tingkat Efisiensi Teknologi Konversi dan Produksi Energi Listrik
- Ketersedian Produk / Barang di Pasaran
- Biaya Investasi
- Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Dan pada akhirnya di dapatkan harga termurah setelah dilakukan analisa dan perhitungan secara kualitas yang sesuai dengan potensi yang ada.

3.9.1.2 Pemilihan Teknologi PLTBG Skala Rumah Tangga

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) secara lengkap terdiri dari digester *anaerob*, *biogas conditioning* (untuk memurnikan biogas) dan *generato set* [12].



1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun komponen-komponen utama dalam pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) skala rumah tangga ini yaitu : Sumber Pasokan Limbah Organik (*feedstock*), Digester, Katup Penampung Gas (*Biogas Tank*), Alat pemurnian biogas dan *Generator Set* sesuai yang telah dijelaskan pada bab 2. Pada bab 2 yang menjelaskan cara pemilihan komponen-komponen utama PLTBG ini yaitu sesuai dengan rancangan yang akan dirancang meliputi kapasitas dan kebutuhan PLTBG tersebut. Pemilihan teknologi yang tepat guna demi mencapai suatu hasil yang layak dan menguntungkan sangat ditunjang demi mencapai tujuan dilakukannya penelitian ini.

3.9.2 Aspek Ekonomi

3.9.2.1 Analisa Ekonomi

Pada studi pembuatan digester skala rumah tangga. Sangat perlu dilakukan perhitungan aspek ekonomi, agar dapat memberikan keuntungan sehingga dibangunnya suatu PLTBG skala rumah tangga.

Komponen biaya terdiri dari biaya investasi *anaerob digestion system*, *Biogas Storage System*, biaya investasi penggunaan lahan, biaya untuk pengolahan limbah dan *sludge*, biaya investasi pembangkit, biaya operasional dan pemeliharaan (O&M) *anaerob digestion system*, biaya O&M pengolahan air limbah dan *sludge*, biaya O&M pembangkit. Sedangkan komponen pendapatan terdiri dari hasil keuntungan yang didapat saat rumah makan tidak menggunakan listrik dari PLN, dan penjualan *sludge*.

Perhitungan Komponen Biaya Produksi PLT Biogas

Pada bagian ini menggambarkan metodologi untuk mengestimasi biaya - biaya yang mungkin timbul dari pemanfaatan PLT Biogas. Biaya-biaya ini meliputi 2 (dua) komponen biaya utama yaitu biaya investasi modal dan biaya O&M. Perhitungan biaya produksi energi listrik PLT Biogas dibagi menjadi 2 (dua) tahap, yaitu:

- Tahap perhitungan biaya produksi biogas.

Biaya investasi dan O&M produksi biogas adalah sebagai berikut:

1) Biaya Investasi *Anaerob Digestion System*

Biaya investasi ini meliputi biaya investasi digester *anaerob* beserta komponen pelengkapannya seperti sistem kontrol emisi, pekerjaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sipil, pompa set, instalasi pipa, dan pekerjaan elektrikal. Jenis digester *anaerob* yang digunakan adalah batu bata campuran beton dilapisi dengan *coating-epoxy*.

2) Biaya Investasi *Biogas Storage System*

Biaya investasi ini mencakup biaya *pressurized storage vessels* (tangki baja *stainless steel*), *scrubbers* (peralatan pemurnian biogas), kompresor, piping dan *housing*.

3) Biaya Investasi Lahan

Biaya investasi untuk lahan diperuntukkan bagi kegiatan penyiapan lahan tempat pemasangan *anaerob digestion system*. Besarnya biaya investasi untuk penggunaan lahan, ditentukan dari luas area yang diperlukan untuk tempat pemasangan *anaerob digestion system* dan harga lahan berdasarkan harga yang berlaku di daerah tersebut.

4) Biaya Lahan Untuk Pengolahan Air Limbah dan *Sludge*

Selain untuk lahan *anaerob digestion system* dibutuhkan juga biaya lahan untuk pengolahan air limbah dan *sludge*. Termasuk dalam biaya ini adalah biaya yang digunakan untuk pengolahan kompos (*sludge*), pengolahan air limbah, pembersihan lokasi digester, bongkar material organik atau pemuatan kompos hasil digester, asumsi untuk biaya ini adalah 0,125 dari investasi lahan [17].

5) Biaya O&M *Anaerob Digestion System*

Biaya O&M *anaerob digestion system* terdiri dari biaya penggunaan tenaga kerja (*labour cost*) berupa operator untuk mengoperasikan peralatan, biaya pembelian air baku yang dikonsumsi untuk keperluan operasional, biaya penggantian *spare part*.

6) Biaya O&M Pengolahan Air Limbah dan *Sludge*

Biaya O&M pengolahan air limbah dan *sludge* terdiri dari biaya penggunaan tenaga kerja dan bahan-bahan kimia yang diperlukan untuk operasional pengolahan air limbah dan pengolahan kompos (*sludge*) sisa dari proses pencernaan dalam digester.

7) Perhitungan Biaya Produksi Biogas



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Biaya produksi biogas pertahun ditentukan dari biaya operasional dan pemeliharaan tahunan serta biaya penyusutan dari modal selama masa usia proyek (20 tahun).

- Tahap perhitungan biaya produksi energi listrik PLTBG

Perhitungan biaya investasi dan O&M produksi energi listrik PLTBG dilakukan pada jenis teknologi konversi pembangkit dan Sistem Penyaluran listrik ke objek penelitian.

Biaya tetap operasi dan pemeliharaan biasanya terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya pemeliharaan. Biaya pemeliharaan terutama meliputi minyak pelumas, filter, baterai, busi dan sebagainya.

- Perhitungan Komponen Pendapatan

Komponen pendapatan terdiri dari hasil keuntungan yang didapat saat rumah makan tidak menggunakan listrik dari PLN, dan penjualan *sludge*. Sama seperti perhitungan komponen biaya, perhitungan komponen pendapatan dilakukan terhadap jenis teknologi yang akan dipakai. Beberapa pendapatan dari PLTBG skala rumah tangga ini ialah keuntungan yang didapat saat tidak menggunakan listrik PLN dan pendapatan penjualan *sludge*.

3.9.2.2 Analisa Financial

Dalam rangka untuk menilai apakah pembuatan digester biogas ini dapat diterima atau tidak, analisa *financial* terlebih dahulu melakukan analisa terhadap *Cash flow* (CF), *Net Present Value* (NPV), dan *Payback Period* (PBP).

Cash Flow (CF)

Didalam menjalankan sebuah aktivitas atau sebuah proyek, tentunya akan menimbulkan sejumlah biaya untuk menjalankan proyek tersebut, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Disisi lain akibat dari pelaksanaan proyek tersebut akan timbul juga manfaat atau keuntungan yang didapatkan, dengan demikian didalam sebuah proyek akan selalu timbul sejumlah uang pemasukan dan pengeluaran. Uang masuk dan uang keluar inilah yang dinamakan Cash Flow (aliran uang). Cash Flow terbagi dua yaitu Cash Flow Benefit (aliran uang masuk) dan Cash Flow Cost (aliran uang keluar).

Cash Flow Benefit (CFB)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta ini milik UIN Suska Riau

Cash Flow Benefit adalah aliran uang yang masuk disetiap tahun selama sistem berjalan atau umur proyek. Aliran uang yang masuk disetiap tahun dihitung berdasarkan nilai rata-rata suku bunga yang ada pada tahun pertama pelaksanaan proyek. Cash Flow Benefit dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (2.13).

Cash Flow Cost (CFC)

Cash Flow Cost adalah aliran uang yang keluar disetiap tahun selama umur peralatan atau jangka investasi proyek. CFC juga dipengaruhi oleh Present Worth Function (PWF) yaitu nilai faktor bobot sekarang dengan variabel nilai suku bunga yang tersedia. Untuk mengetahui nilai PWF dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (2.14), dan untuk mengetahui nilai CFC dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (2.15).

2. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah metode yang digunakan untuk mengetahui nilai transaksi masa depan yang mencerminkan nilai mata uang sekarang, sehingga NPV digunakan untuk melihat harga bersih dari tahun sekarang. Metode NPV merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu rencana investasi layak secara ekonomi atau tidak, dan kriteria tersebut dinilai berdasarkan indikator jika nilai $NPV > 0$ maka investasi tersebut menguntungkan atau layak untuk dibangun, namun jika $NPV < 0$ maka investasi tersebut tidak menguntungkan atau tidak layak. NPV merupakan hasil pengurangan antara Cash Flow Benefit (CFB) dan Cash Flow Cost (CFC). Untuk menghitung nilai NPV dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (2.16).

3. Payback Period (PBP)

Waktu pengembalian modal merupakan jumlah yang diperlukan dari tahun untuk memulihkan semua biaya investasi **Error! Reference source not found..** PBP dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.17).



BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Melalui proses digestifikasi anaerobik dengan menggunakan jenis digester *complete mix*, sampah organi di Rumah Makan Dian dan Rasa Pekanbaru dapat dimanfaatkan menjadi biogas untuk dijadikan energi listrik. Jenis digester yang digunakan adalah tipe *Chinese Fixed Dome* dan kapasitas ukuran digester sebesar 24 m³.

Hasil analisa penelitian diatas didapatkan beberapa kesimpulan mengenai PLTBG skala rumah tangga dari sampah organik di rumah makan Dian dan Rasa Kota Pekanbaru antara lain:

Rata-rata produksi Potensi sampah organik yang di hasilkan di Rumah Makan Dian dan Rasa sebesar 165 Kg/hari bila dikonversikan ke listrik maka Potensi Energi Listrik yang dihasilkan 85 kWh/hari. Potensi tersebut mempunyai daya listrik sebesar 3,5 kW.

Produksi gas metana yang dihasilkan adalah sebesar 13,74 m³/hari

Berdasarkan hasil analisa ekonomi dan finansial diperoleh biaya investasi sebesar Rp 74.685.031, biaya operasional dan pemeliharaan sebesar Rp 10.000.295,95, dan biaya pendapatan yang dihasilkan sebesar Rp 37.440.185,085. Selama umur proyek 20 tahun dan tingkat suku bunga 8 % *Cash Flow Benefit* yang dihasilkan adalah sebesar Rp 298.772.676,98 dan rata-rata pendapatan pertahun sebesar Rp 14.938.633,849, *Cash Flow Cost* pada tahun ke-0 sebesar Rp 74.685.031 dan pada tahun ke-20 sebesar Rp. 2.100.062 dengan NPV yang dihasilkan sebesar Rp 193.208.300 dan Payback Periode selama 2,7 tahun.

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip Sebagian atau Seluruh Karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Saran

Adapun beberapa saran yang diberikan ialah:

Agar mendapatkan hasil produksi biogas lebih efektif dan efisien diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai data parameter kimia pada proses gasifikasi.

Penelitian selanjutnya pada analisa aspek teknis dapat menggunakan *modelling* atau *software* agar mendapatkan hasil yang maksimal dan praktis dan pada perhitungan pendapatan.

Dalam mengimplementasikan PLTBG skala rumah tangga dari sampah organik ini dapat diperhatikan aspek-aspek teknis dalam pemilihan sampah organik sebagai bahan baku yang digunakan agar energi yang dihasilkan dapat lebih maksimal.

Sebaiknya Pemerintah Kota Pekanbaru maupun lembaga terkait mengoptimalkan pengelolaan sampah (organik) menjadi sumber energi listrik untuk meningkatkan kualitas lingkungan ,air dan tanah.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramani, K. V., 1992, *Rural Elecneccation, Rural Electrification Guidebook for Asia & Pacific*, Bangkok.
- [2] Imam Kholiq, Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM, *Jurnal IPTEK*, Vol.19 No. 2, 2015. diakses pada tanggal 24 Oktober 2019
- [3] BPPT (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2019, <https://ppipe.bppt.go.id/index.php/berita-2/88-bppt-luncurkan-buku-outlook-energi-indonesia-2018>.
- [4] *FAO Corporate Document Repository*. Natural Resources Management and Environment Department. Biomass and Coal (The non-petroleum fuels). <http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/AH810E13.html>. (Diakses 02 Agustus 2016).
- [5] www.riauonline.co.id
- [6] Detik Finance. (Diakses pada tanggal 16 Oktober 2019, <http://m.detik.com/finance/energi/d-2904440/tarif-listrik-rumah-mewah-mal-sampai-pabrik-besar-naik>)
- [7] Arnando, Riki dkk. 2015. *Studi Analisis Daya Pembangkit Listrik Biogas dari Kotoran sapi Dan Manusia Di Pondok Pesantren Baiturrahman Jawa Barat*. Jawa Barat : Jurusan Teknik Elektro Intitut Teknologi Nasional.
- [8] Meidiansari, Selly dkk. 2012. *Kajian Pemakaian Sampah Organik Rumah Tangga Untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas*. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [9] Sudaryono. 2012. *Pemanfaatan Biogas Dari Limbah Kotoran Ternak Sebagai Sumber Energi Listrik (Studi Kasus di Desa SutenJaya, Lembang, Jawa Barat)*. Tangerang : Pusat Teknologi lingkungan Badan Pengkajian dan Penerpan Teknologi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta ini milik UIN Suska Riau

- [1] Waskito, Didit. 2011. *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi di Kawasan Usaha Peternakan Sapi*. Tesis. Jakarta. Universitas Indonesia.
- [2] Arifin, maulana dkk. 2011. *Kajian Biogas Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Di Pesantren Saung Balong Al-Barokah, Majalengka, Jawa Barat*. Bandung : Pusat Penelitian tenaga Listrik Dan Mekatronik.
- [12] Ismatullah Gemini, 2017. *Analisa Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) Skala Rumah Tangga dari Sampah Organik PERumahan sebagai Sumber Energi Listrik* UIN Sultan Syarif Kasim Riau: Pekanbaru.
- [13] Wahyuni, Sri. 2013a. *Panduan Praktis Biogas + Aplikasi Biogas Untuk Berbagai Alat Rumah Tangga dan Listrik*. Jakarta. Penerbit Penebar Swadaya. 2013b. *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, dan Listrik*. Jakarta. Penerbit Agromedia Pustaka.
- [14] Saragih, Budiman. 2010. *Analisis Potensi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik Dan Termal Pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan*. Tesis. Jakarta : Universitas Indonesia.
- [15] Sorensen, Bent. 2007. *Renewable Energy Conservation, Transmission, And Storage*. Academic Press (AP). New York.
- [16] Prasetyo, W Catur. 2010. *Analisis Pemanfaatan Gas Biometan Dari Sampah Organik Pasar Induk Kramat Jati Sebagai Bahan Bakar Bis Transjakarta*. Tesis. Jakarta : Universitas Indonesia
- [17] Sulisty, Agung. 2010. *Analisis Kapasitas Pembangkit dan Perhitungan Pengurangan Emisi Pada Pemanfaatan Sampah Organik di Pasar Induk Kramat Jati*. Tesis. Jakarta. Universitas Indonesia
- [18] Garcia, Adriana Perez. 2014. *Techno Economic Feasibility Study of a Small Scale Biogas Plant for Treating Market Waste in the city of El Alto*. Tesis. KTH School of Industrial Engineering and Management.

2. Diararng mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [1] BEKON. nd. *References BEKON Germany*. BEKON.
<http://www.bekon.eu/biogas-plants-103.html>. (diakses 03 September 2019).
- [2] Al Seadi, Teodorita. 2008. *Biogas Handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg, ISBN 987-87-992962-0-0.
- [20] Redman, Graham. 2010. *A Detailed Economic Assesment of Anaerobic Digestion Technology and its Suitability to UK Farming and Waste System*. The Andersons Centre. Leicester. Project NO. NNFCC. 10-010
- [22] Kadariah, “ Pengantar Evaluasi Proyek”. Lembaga Ekonomi Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta. 1999.
- [23] Giatman. M, “Ekonomi Teknik”. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 2011.
- [24] Giatman, M. 2005. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: Penerbit PT. Raja Grafindo Persada.
- [25] Diyono I., Dwi H., 2011. Rancang bangun digester semi kontinyu pada produksi Biogas dan pupuk organik dari sampah organik.

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN A

DATA KONSUMSI ENERGI LISTRIK

DATA TABEL KONSUMSI LISTRIK RUMAH MAKAN DIAN DAN RASA

No.	Nama Elektronik	Jumlah X Watt	Durasi Pemakaian	Total (watt/Daya)
6	Lampu kecil 1	8 x 28 =224	24 jam	5.378
7	Lampu besar	10 x 45=450	17 jam	7.650
8	Kulkas	1 x 125=125	24 jam	3.000
9	Freezer	4 x 260=1040	24 jam	24.960
10	AC	1 x 320=320	2 jam	640
11	Kipas gantung	4 x 60=240	14 jam	3.360
12	Blender	3 x 280=840	3 jam	2.520
13	Kipas duduk	2 x 45=90	14 jam	1.260
14	Mesin cuci	1 x 300=300	3 jam	900
15	Lampu kecil 2	7 x 28=196	17 jam	3.332
16	mesin Air	1x 320=320	3 jam	960
			Total	53.958



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

I. LAMPIRAN B

PERHITUNGAN CASH FLOW BENEFIT(CFB)

Cash Flow Benefit Tahun ke-1.

$$\begin{aligned} CFB^1 &= Benefit (1 + i)^{-1} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-1} \\ &= Rp 34.444.970,2782 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-2.

$$\begin{aligned} CFB^2 &= Benefit (1 + i)^{-2} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-2} \\ &= Rp 31.824.157,32225 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-3.

$$\begin{aligned} CFB^3 &= Benefit (1 + i)^{-3} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-3} \\ &= Rp 29.577.746,21715 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-4.

$$\begin{aligned} CFB^4 &= Benefit (1 + i)^{-4} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-4} \\ &= Rp 27.331.335,11205 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-5.

$$\begin{aligned} CFB^5 &= Benefit (1 + i)^{-5} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-5} \\ &= Rp 25.459.325,8578 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-6

$$\begin{aligned} CFB^6 &= Benefit (1 + i)^{-6} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-6} \\ &= Rp 23.587.316,60355 \end{aligned}$$



Cash Flow Benefit Tahun ke-7

$$\begin{aligned} CFB^7 &= Benefit (1 + i)^{-7} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-7} \\ &= Rp 21.715.307,3493 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-8

$$\begin{aligned} CFB^8 &= Benefit (1 + i)^{-8} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-8} \\ &= Rp 20.217.699,9459 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-9

$$\begin{aligned} CFB^9 &= Benefit (1 + i)^{-9} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-9} \\ &= Rp 18.720.092,5425 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-10

$$\begin{aligned} CFB^{10} &= Benefit (1 + i)^{-10} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-10} \\ &= Rp 17.222.485,1391 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-11

$$\begin{aligned} CFB^{11} &= Benefit (1 + i)^{-11} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-11} \\ &= Rp 15.724.877,7357 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-12

$$\begin{aligned} CFB^{12} &= Benefit (1 + i)^{-12} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-12} \\ &= Rp 14.601.672,18315 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

7.

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



13. *Cash Flow Benefit* Tahun ke-13
- $$\begin{aligned} CFB^{13} &= Benefit (1 + i)^{-13} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-13} \\ &= Rp 13.478.466,6306 \end{aligned}$$
14. *Cash Flow Benefit* Tahun ke-14
- $$\begin{aligned} CFB^{14} &= Benefit (1 + i)^{-14} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-14} \\ &= Rp 12.729.662,9289 \end{aligned}$$
15. *Cash Flow Benefit* Tahun ke-15
- $$\begin{aligned} CFB^{15} &= Benefit (1 + i)^{-15} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-15} \\ &= Rp 11.606.457,37635 \end{aligned}$$
16. *Cash Flow Benefit* Tahun ke-16
- $$\begin{aligned} CFB^{16} &= Benefit (1 + i)^{-16} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-16} \\ &= Rp 10.857.653,67465 \end{aligned}$$
17. *Cash Flow Benefit* Tahun ke-17
- $$\begin{aligned} CFB^{17} &= Benefit (1 + i)^{-17} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-17} \\ &= Rp 10.108.849,97295 \end{aligned}$$
18. *Cash Flow Benefit* Tahun ke-18
- $$\begin{aligned} CFB^{18} &= Benefit (1 + i)^{-18} \\ &= Rp 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-18} \\ &= Rp 9.360.046,27125 \end{aligned}$$

13. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Cash Flow Benefit Tahun ke-19

$$\begin{aligned} \text{CFB}^{19} &= \text{Benefit} (1 + i)^{-19} \\ &= \text{Rp } 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-19} \\ &= \text{Rp } 8.611.242,56955 \end{aligned}$$

Cash Flow Benefit Tahun ke-20

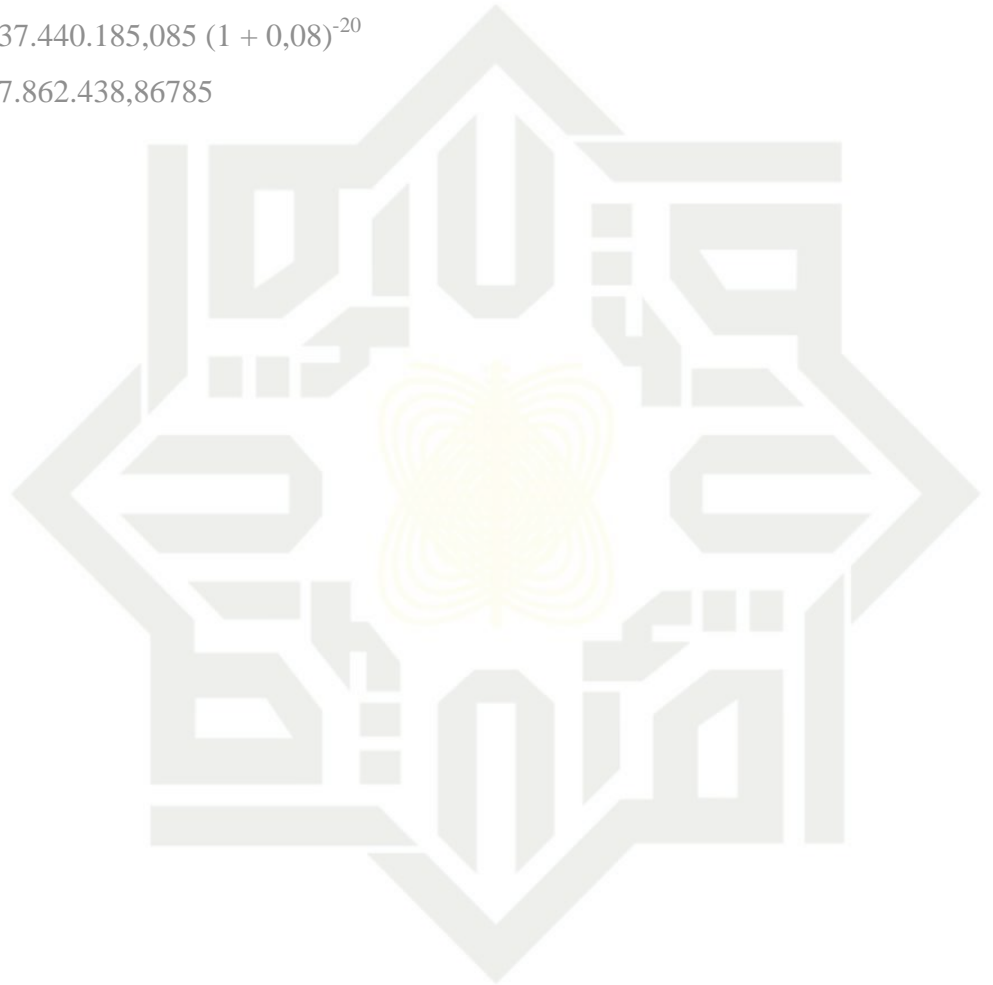
$$\begin{aligned} \text{CFB}^{20} &= \text{Benefit} (1 + i)^{-20} \\ &= \text{Rp } 37.440.185,085 (1 + 0,08)^{-20} \\ &= \text{Rp } 7.862.438,86785 \end{aligned}$$

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

19. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



II. LAMPIRAN B

PERHITUNGAN *PRESENT WORTH FUNCTION*(PWF)

Present Worth Function Tahun ke-0

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^0 = \frac{1}{(1+0,08)^0} = 1$$

Present Worth Function Tahun ke-1

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^1 = \frac{1}{(1+0,08)^1} = 0,92$$

Present Worth Function Tahun ke-2

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^2 = \frac{1}{(1+0,08)^2} = 0,85$$

Present Worth Function Tahun ke-3

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^3 = \frac{1}{(1+0,08)^3} = 0,79$$

Present Worth Function Tahun ke-4

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^4 = \frac{1}{(1+0,08)^4} = 0,73$$

Present Worth Function Tahun ke-5

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^5 = \frac{1}{(1+0,08)^5} = 0,68$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Present Worth Function Tahun ke-6

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^6 = \frac{1}{(1+0,08)^6} = 0,63$$

Present Worth Function Tahun ke-7

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^7 = \frac{1}{(1+0,08)^7} = 0,58$$

Present Worth Function Tahun ke-8

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^8 = \frac{1}{(1+0,08)^8} = 0,54$$

Present Worth Function Tahun ke-9

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^9 = \frac{1}{(1+0,08)^9} = 0,5$$

Present Worth Function Tahun ke-10

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{10} = \frac{1}{(1+0,08)^{10}} = 0,46$$

Present Worth Function Tahun ke-11

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{11} = \frac{1}{(1+0,08)^{11}} = 0,43$$



13. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Present Worth Function Tahun ke-12

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{12} = \frac{1}{(1+0,08)^{12}} = 0,4$$

Present Worth Function Tahun ke-13

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{13} = \frac{1}{(1+0,08)^{13}} = 0,37$$

Present Worth Function Tahun ke-14

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{14} = \frac{1}{(1+0,08)^{14}} = 0,34$$

Present Worth Function Tahun ke-15

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{15} = \frac{1}{(1+0,08)^{15}} = 0,31$$

Present Worth Function Tahun ke-16

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{16} = \frac{1}{(1+0,08)^{16}} = 0,29$$

Present Worth Function Tahun ke-17

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{17} = \frac{1}{(1+0,08)^{17}} = 0,27$$



19. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Present Worth Function Tahun ke-18

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{18} = \frac{1}{(1+0,08)^{18}} = 0,25$$

Present Worth Function Tahun ke-19

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{19} = \frac{1}{(1+0,08)^{19}} = 0,23$$

Present Worth Function Tahun ke-20

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PWF^{20} = \frac{1}{(1+0,08)^{20}} = 0,21$$



III. LAMPIRAN C

PERHITUNGAN *CASH FLOW COST* (CFC)

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Cash Flow Cost Tahun ke-0

$$\begin{aligned} CFC^0 &= \text{Biaya Investasi} \times PWF \\ &= \text{Rp } 74.685.031 \times 1 \\ &= \text{Rp } 74.685.031 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-1

$$\begin{aligned} CFC^1 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,92 \\ &= \text{Rp } 9.200.272 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-2

$$\begin{aligned} CFC^2 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,85 \\ &= \text{Rp } 8.500.251 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-3

$$\begin{aligned} CFC^3 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,79 \\ &= \text{Rp } 7.900.233 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-4

$$\begin{aligned} CFC^4 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,73 \\ &= \text{Rp } 7.300.216 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-5

$$\begin{aligned} CFC^5 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,68 \\ &= \text{Rp } 6.800.201 \end{aligned}$$



Cash Flow Cost Tahun ke-6

$$\begin{aligned} CFC^6 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,63 \\ &= \text{Rp } 6.300.186 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-7

$$\begin{aligned} CFC^7 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,58 \\ &= \text{Rp } 5.800.171 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-8

$$\begin{aligned} CFC^8 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,54 \\ &= \text{Rp } 5.400.159 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-9

$$\begin{aligned} CFC^9 &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,5 \\ &= \text{Rp } 5.000.147 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-10

$$\begin{aligned} CFC^{10} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,46 \\ &= \text{Rp } 4.600.136 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-11

$$\begin{aligned} CFC^{11} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,42 \\ &= \text{Rp } 4.200.124 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Cash Flow Cost Tahun ke-12

$$\begin{aligned} CFC^{12} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,39 \\ &= \text{Rp } 3.900.115 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-13

$$\begin{aligned} CFC^{13} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,36 \\ &= \text{Rp } 3.600.106 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-14

$$\begin{aligned} CFC^{14} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,34 \\ &= \text{Rp } 3.400.100 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-15

$$\begin{aligned} CFC^{15} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 12.108.769.365 \times 0,31 \\ &= \text{Rp } 3.100.091 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-16

$$\begin{aligned} CFC^{16} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,29 \\ &= \text{Rp } 2.900.085 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-17

$$\begin{aligned} CFC^{17} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,27 \\ &= \text{Rp } 2.700.079 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-18

$$\begin{aligned} CFC^{18} &= \text{Biaya Perawatan} \times PWF \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,25 \\ &= \text{Rp } 2.500.073 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Cash Flow Cost Tahun ke-19

$$\begin{aligned} CF_{C19} &= \text{Biaya Perawatan} \times \text{PWF} \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,23 \\ &= \text{Rp } 2.300.068 \end{aligned}$$

Cash Flow Cost Tahun ke-20

$$\begin{aligned} CF_{C20} &= \text{Biaya Perawatan} \times \text{PWF} \\ &= \text{Rp } 10.000.295,95 \times 0,21 \\ &= \text{Rp } 2.100.062 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

4. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN C

GAMBAR DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

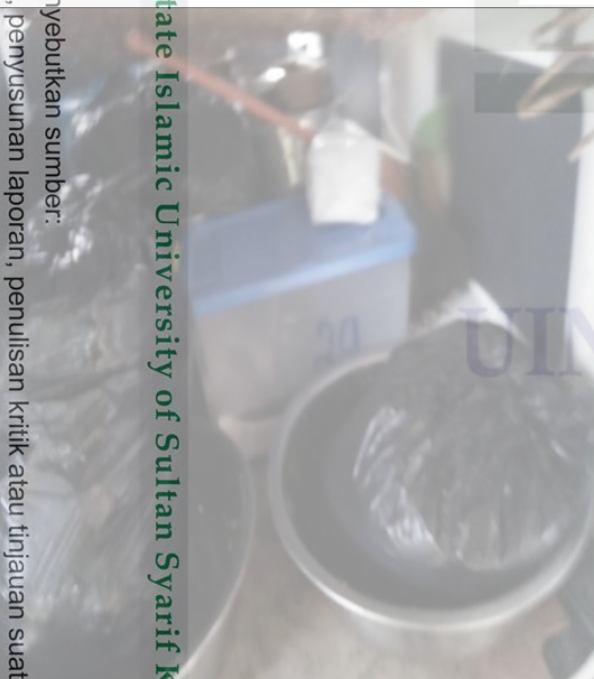
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

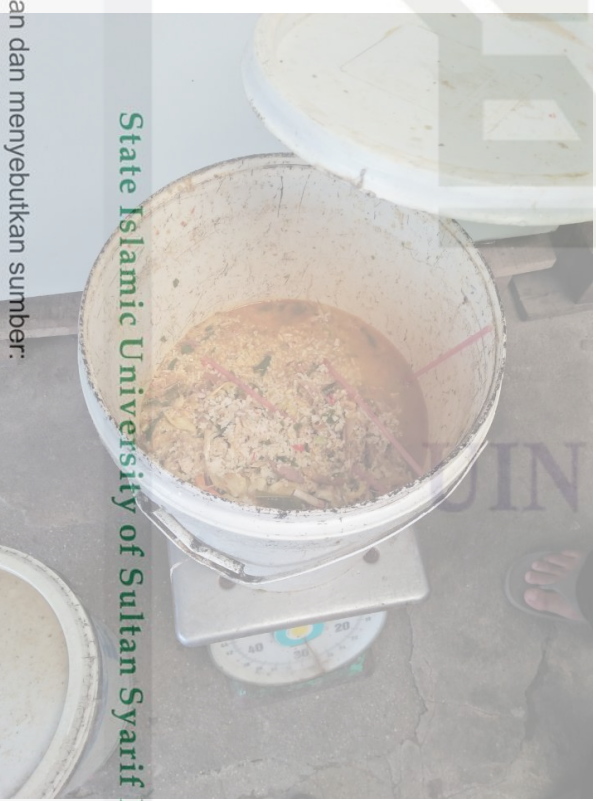
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau





© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



LAMPIRAN D

DATA SAMPAH RUMAH MAKAN & KATRING DIAN RASA

Hari	Pagi (Kg)	Sore (Kg)	Malam (Kg)
Senin	67	52	50
Selasa	69	51	55
Rabu	76	48	53
Kamis	68	50	43
Jumat	67	51	40
*Sabtu	116	60	123
*Minggu	104	62	120
Total	557	374	284

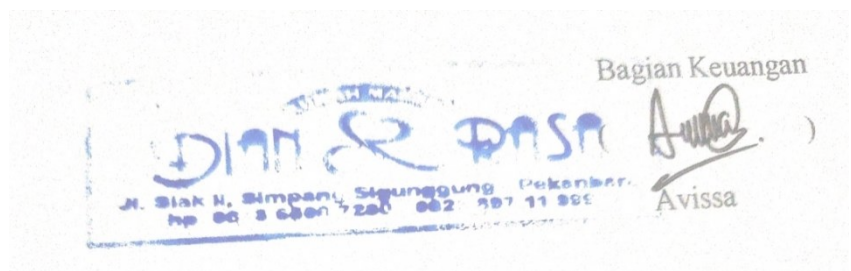
Total keseluruhan sampah dalam 1 minggu = $557 + 374 + 484 = 1435 : 7 = 205$ Kg

Kat :

- Data diambil berdasarkan hasil penimbangan dilapangan oleh karyawan rumah makan Dian & rasa *Catering*.
- Waktu penimbangan dibagi menjadi 3 yaitu Pagi, Sore, dan Malam
- Data diambil selama 7 (tujuh) hari, senin hingga minggu (13-19 Feb 2018)
- Keterangan sampah
 1. Pagi (meliputi sampah sisa sayur-sayuran yang Tidak terpakai, sampai buah-buahan yang tidak terpakai sampai bagian tubuh ayam dan ikan yang terbuang)
 2. Sore (meliputi sampah dari sisa makanan pengunjung dan sampai kulit buah-buahan)
 3. Malam (meliputi sampah dari sisa makanan pengunjung dan sampah kulit buah-buahan)

* Khusus Sabtu dan Minggu

Penambahan sampah untuk pagi (masak) dan malam (sampah organik sisa dari catering yang di bawa pulang)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© UIN SUSKA RIAU State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
UIN SUSKA RIAU

Data Sampah Rumah Makan & Catering Dian Rasa

Hari	Pagi (Kg)	Sore (Kg)	Malam (Kg)
Senin	67	52	50
Selasa	69	51	55
Rabu	76	48	53
Kamis	68	50	43
Jumat	67	51	40
*Sabtu	76	40	43
*Minggu	74	42	40
Total	497	334	324

Total keseluruhan sampah dalam 1 minggu = $497 + 334 + 324 = 1155 : 7 = 165$ Kg

Keterangan :

- Data diambil berdasarkan hasil penimbangan dilapangan oleh karyawan rumah makan Dian & rasa *Catering*.
- Waktu penimbangan dibagi menjadi 3 yaitu Pagi, Sore, dan Malam
- Data diambil selama 7 (tujuh) hari, senin hingga minggu (13-19 Feb2018)
- Keterangan sampah
 1. Pagi (meliputi sampah sisa sayur-sayuran yang Tidak terpakai, sampai buah-buahan yang tidak terpakai sampai bagian tubuh ayam dan ikan yang terbuang)
 2. Sore (meliputi sampah dari sisa makanan pengunjung dan sampai kulit buah-buahan)
 3. Malam (meliputi sampah dari sisa makanan pengunjung dan sampah kulit buah-buahan)



1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN E

DATA TAGIHAN LISTRIK

RUMAH MAKAN DIAN RASA PEKANBARU SELAMA SETAHUN (2019)

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

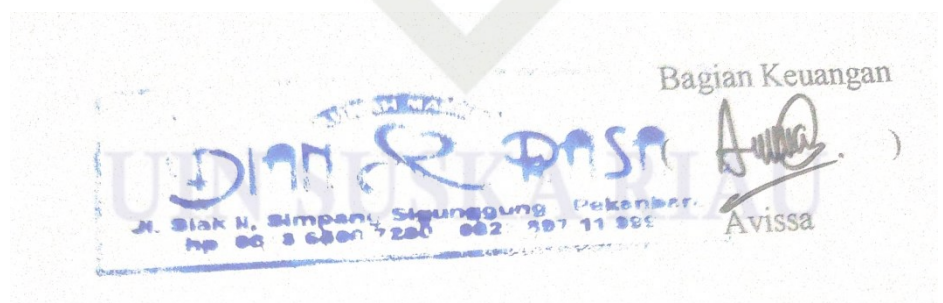
BULAN	TAGIHAN LISTRIK
Januari	Rp. 2.500.000
Februari	Rp. 2.400.000
Maret	Rp. 2.400.000
April	Rp. 2.000.000
Mei	Rp. 2.200.000
Juni	Rp. 2.350.000
Juli	Rp. 2.400.000
Agustus	Rp. 2.500.000
September	Rp. 2.600.000
Oktober	Rp. 2.550.000
November	Rp. 2.250.000
Desember	Rp. 2.500.000
TOTAL	Rp. 29.550.000

Total keseluruhan Tagihan listrik dalam 1 tahun atau 12 bulan di Rumah Makan Dian Rasa Pekanbaru selama tahun 2019 adalah Rp. 29.550.000.

Dalam 1 bulan = $Rp. 29.550.000 : 12 = Rp. 2.462.500$

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BIOGRAFI PENULIS



Gunawan lahir di Desa Pematang Ibul, pada tanggal 02 Agustus 1995. Penulis merupakan anak ke 4 dari 5 bersaudara. Putra dari Ayahanda Buyung dan Ibunda **Armah**. Pendidikan formal yang Penulis tempuh SD Negeri 007 Pematang Ibul pada tahun 2001 dan tamat pada 2007, lalu melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 3 Bangko Pusako dan tamat pada tahun 2010, lalu melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Bangko Pusako dan tamat pada tahun 2013. Pada tahun 2013 Penulis melanjutkan pendidikan Ke Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan mengambil program studi Teknik Elektro melalui jalur SNMPTN.

Pada bulan Juli sampai Agustus 2015 Penulis melakukan magang atau Kerja praktek di Kampus UIN Suska Riau dan melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Parit Kebumen kecamatan Rupert Tengah kabupaten Bengkalis pada bulan Juli sampai Agustus 2016. Penulis juga aktif kegiatan organisasi diluar kampus seperti Marching band Universitas.

Penulis melaksanakan tugas akhir dengan mengadakan penelitian di Rumah Makan Dian dan Rasa Pekanbaru dan dinyatakan lulus dengan IPK 3,36 pada tanggal 29 Juli 2020 dalam sidang Akhir dengan judul skripsi “**Analisis Teknis dan Ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas skala rumah tangga dari sampah organik**”. Penulis dapat menyelesaikan studi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan Gelar Sarjana Teknik.